

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Química



HISTOLOGIA DE PLANTAS DE CAFE
(*Coffea arabica*) CON Y SIN “MAL DE VIÑAS”

MARICRUZ ALVAREZ MURY

Trabajo de graduación presentado
para optar al grado académico de

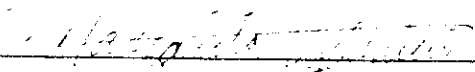
Licenciada en Bioquímica



Guatemala
1,994


HISTOLOGIA DE PLANTAS DE CAFE
(*Coffea arabica*) CON Y SIN “MAL DE VIÑAS”


Vo. Bo.:

(f) 
Licenciada Margarita de Mata
Asesora

Tribunal:

(f) 
Licenciada Margarita de Mata

(f) 
Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f) 
Licenciado Ronaldo Pérez

Fecha de aprobación: 31-009-94

A Dios,
a mis padres,
a mis hermanos,
a mis abuelitos y
a Gonzalo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la oportunidad que me brindó el Instituto de Investigaciones de la Universidad de poder participar en el proyecto de "Decaimiento Letal del Café" y así realizar este trabajo de investigación, con un grupo de profesionales.

Quiero expresar mi agradecimiento a la Licenciada Margarita de Mata por su asesoría, su apoyo y su ayuda en todo momento. Muchas gracias también al Dr. Michael Dix por sus ideas y su ayuda en los viajes de campo; al Dr. Charles MacVean, gracias por su ayuda en los análisis estadísticos, y un agradecimiento muy especial a Rony por sentarse conmigo frente a la computadora y ayudarme con mucha paciencia a pesar de estar muy ocupado.

Quiero agradecer especialmente a Rita por ayudarme en el laboratorio y aligerarme el trabajo con su compañía; a Arturo por llevarme a los viajes de campo que no siempre me gustaban, y a ambos por dejarme un lindo recuerdo de amistad y compañerismo de mis últimos momentos en la Universidad; a la Licenciada Selle por permitirme el uso del espectrofotómetro y por guiarme en todo momento, a la Licenciada Bocaletti por prestarme siempre la llave del laboratorio y muy especialmente a Edu por permitirme el uso de la balanza.

Gracias a todos mis amigos por su apoyo, especialmente a Luis y a Grisel, y a Gonzalo por vivir conmigo cada paso de este trabajo apoyándome y animándome siempre con su cariño, su optimismo y buen humor.

Y finalmente gracias a mis papás, por todos sus sacrificios, sus sabios consejos, su cariño y apoyo incondicional que hicieron posible la realización de este trabajo.

RESUMEN

En este trabajo se investigó la condición histológica y el contenido de clorofila de hojas de café (Coffea arabica) sanas y enfermas con "Mal de Viñas"; el cual consiste en un decaimiento fisiológico del cafeto que lo conduce a la muerte. Este trabajo es parte del proyecto realizado por el Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala, financiado por la Asociación Nacional del Café (ANACAFE).

Los resultados obtenidos mostraron que existen diferencias entre hojas de plantas provenientes de fincas sanas y enfermas, expuestas al sol y a la sombra en cuanto al ancho de la hoja, el ancho del mesófilo esponjoso y el ancho del mesófilo en empalizada. Sin embargo se determinó que éstas características no pueden ser utilizadas para diferenciar entre índices.

Mientras que las mediciones para el contenido de clorofila indicaron que éste es mayor en hojas de plantas provenientes de fincas sanas y en hojas de plantas expuestas a la sombra y disminuye conforme aumenta el índice de defoliación, clorosis y marchitez de la planta.

Sin embargo, al relacionar el contenido de clorofila con el número de cloroplastos no se encontró ninguna tendencia, ya que se esperaba observar un aumento de cloroplastos al aumentar el contenido de clorofila.

De igual forma al observar el número de amiloplastos presentes en la hoja, y así tratar de explicar el aumento de carbohidratos en plantas enfermas con "Mal de Viñas", no se detectaron diferencias que pudieran indicar claramente la salud de la planta o finca.

CONTENIDO

RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	
A. Problema de Mal de Viñas en café	3
1. Planta de café	3
2. Definición de Mal de Viñas	4
a. Concepto	4
B. La Hoja	7
1. Generalidades	7
a. Morfología estructural	7
i. Hoja del cafeto	10
2. Función de la hoja en la planta	10
a. Fotosíntesis	10
i. Concepto	10
ii. Relación con cloroplastos	12
iii. Fase lumínica	13
iv. Fase oscura	13
v. Factores que afectan la fotosíntesis	14
b. Respiración	19
C. Histología	20
1. Concepto	20
a. Generalidades	22
b. Aplicación de la histología al análisis de la hoja	22
2. Histología de la hoja del cafeto	25
III. JUSTIFICACION	29
IV. OBJETIVOS	
A. Objetivos Generales	30
B. Objetivos Específicos	30
V. METODOLOGIA	
A. MUESTREO	31
B. ANALISIS EXPERIMENTAL	34
1. Análisis Histológico	34
2. Determinación del contenido de clorofila	35

C. ANALISIS ESTADISTICO	35
1. Variables Dependientes.	36
2. Variables Independientes.	36
VI. HIPOTESIS	38
VII. RESULTADOS	
A. ANALISIS HISTOLOGICO	39
1. Ancho de la Hoja	39
2. Ancho del Mesófilo en empalizada	39
3. Ancho del Mesófilo esponjoso	40
4. Condición del Mesófilo en empalizada	58
5. Condición del Mesófilo esponjoso	28
6. Número de cloroplastos del Mesófilo esponjoso	59
7. Número de amiloplastos del Mesófilo esponjoso	59
B. ANALISIS DEL CONTENIDO DE CLOROFILA	59
VIII. DISCUSION	70
IX. CONCLUSIONES	75
X. RECOMENDACIONES	77
XI. BIBLIOGRAFIA	78
APENDICE A	
Metodología completa para análisis histológico y de contenido de clorofila	80
APENDICE B	
Indices de Defoliación	87
APENDICE C	
Datos brutos de histología y contenido de clorofila	88
APENDICE D	
Análisis de Medidas repetidas	93
APENDICE E	
Análisis de Tablas de Contingencia	111
APENDICE F	
Análisis de Regresión y Correlación	134

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura interna de la hoja	8
2	Estructura de clorofila a y b, y carotenos	12
3	Relación entre la fotosíntesis y la intensidad de la luz	15
4	Relación entre fotosíntesis y temperatura	16
5	Cambio producido en hoja de sombra expuesta al sol	18
6	Estructura interna de una hoja de sol y una de sombra	19
7	Reacción producida por el reactivo de Schiff	24
8	Cortes histológicos de hojas de planta sana y planta con Mal de Viñas	27
9	Efecto Promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DE LA HOJA	41
10	Efecto Promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DE LA HOJA	42
11	Efecto Promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DE LA HOJA	43
12	Efecto Promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DE LA HOJA ...	44
13	Efecto Promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DE LA HOJA	45
14	Efecto Promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DE LA HOJA	46
15	Efecto Promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	47
16	Efecto Promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	48

17	Efecto Promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	49
18	Efecto Promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	50
19	Efecto Promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	51
20	Efecto Promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	52
21	Efecto Promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO	53
22	Efecto Promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO	54
23	Efecto Promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO	55
24	Efecto Promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO	56
25	Efecto Promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO	57
26	Efecto Promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA	61
27	Efecto Promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA	62

28 Efecto Promedio de la SOMBRA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 63

29 Efecto Promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA EN LA HOJA 64

30 Efecto Promedio de la SOMBRA y LA SALUD DE LA FINCA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 65

31 Efecto Promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 66

32 Efecto Promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 67

33 Efecto Promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 68

34 Relación entre el NUMERO DE CLOROPLASTOS DEL MESOFILO ESPONJOSO y EL CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA 69

LISTA DE TABLAS

Tabla No.	Página
1 Localización y Condición de las fincas muestreadas	40
2 Períodos de muestreo	41
3 Descripción de los índices de defoliación, clorosis y marchitez	42

I. INTRODUCCION

La enfermedad del cafeto conocida como "Mal de Viñas" o "decaimiento letal del café", presenta síntomas de debilidad de la planta en su totalidad, clorosis, marchitez y defoliación, entre otros, y se ha presentado en Guatemala en cafetos del suroriente del país, especialmente en el departamento de Santa Rosa. Sin embargo, en la actualidad se han detectado síntomas similares de la enfermedad en otras regiones cafetaleras de Guatemala.

Los resultados de investigaciones anteriores sobre la enfermedad realizados por el Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle y financiados por la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), mostraron que las principales causas son factores abióticos, tales como desombro excesivo, acidez de suelo y alta disponibilidad de aluminio en el mismo; lo que ocasiona la defoliación y el decaimiento observado en el cafeto.

Por métodos bioquímicos se determinó que la enfermedad causa acumulación de carbohidratos no estructurales en la raíz y en general en toda la planta, mientras que por métodos histológicos se ha observado que en la raíz enferma existe una menor presencia de amiloplastos (Mata, 1992).

Esto estimula el estudio histológico de la hoja (órgano de intenso metabolismo) la cual está más expuesta a daño por el desombro excesivo, pues en ella podrán observarse mejor los cambios internos, realizando un estudio comparativo de la morfología de hojas de cafetos provenientes de fincas sanas y enfermas, expuestos al sol y a la sombra.

Debido a que los estudios bioquímicos anteriores mostraron que de todas las partes de la planta estudiadas, solamente la hoja mostró resultados consistentes en cuanto a la acumulación de

carbohidratos no estructurales a través del tiempo, es importante determinar el contenido de clorofila de las hojas estudiadas.

Además, se determinará si estos síntomas visuales: defoliación y decaimiento, están relacionados con alteraciones en la planta que pudieran ser utilizadas como indicadores de daño y/o para detección de la enfermedad en etapa temprana.

II. ANTECEDENTES

A. Problema de Mal de Viñas en café

1. Planta de café

El café, (Coffea arabica), pertenece a la familia Rubiaceae, que incluye alrededor de 400 géneros de árboles y arbustos, la mayoría de ellos plantas tropicales, (Cobley, 1976).

El cafeto es un árbol de tallo robusto, cubierto por una corteza color gris, de ramas largas, abiertas y flexibles. Sus hojas son de aproximadamente quince centímetros de largo, lanceoladas, opuestas, y de color verde brillante. Las flores nacen en grupos, son blancas, pequeñas, olorosas y parecidas al jazmín. Los frutos aparecen anualmente, a partir del tercer año de la siembra y para Coffea arabica; son bayas rojas del tamaño aproximado de una aceituna que contienen en su interior dos semillas de color verdoso y constituyen el producto del cultivo. (Clifford & Wilson, 1985).

El género Coffea es el único de interés económico dentro de las rubiáceas; incluye alrededor de 60 especies, no todas claramente definidas (Cobley, 1976). El cafeto de la especie arábica es un árbol pequeño, que alcanza una altura aproximada de 2 a 3 m (Richardson, 1978); es originario de los bosques montañosos de Etiopía y es una planta cuyo metabolismo está adaptado a condiciones de baja luz incidente y temperaturas moderadas en las hojas (20-25°C) (MacVean, 1992). Alcanza una vida útil de veinte años, pero es a los cinco o seis que produce su máximo rendimiento (Clifford & Wilson, 1985).

El cafeto de las variedades conocidas en Guatemala (Coffea arabica) está adaptado a condiciones de sombra y se encuentra generalmente en la zona cafetalera del país, en la falda de las montañas entre 500 y 1,500 m sobre el nivel del mar. (McVean, 1993).

En la India según Nutman, se han reportado desde 1933 afecciones severas en el café debido a la remoción de la sombra (Tay, 1993), pues la planta no cuenta con mecanismos para mantener su carga de frutos en límites seguros y es susceptible a daños físicos en el tejido de las hojas por exceso de luz (MacVean, 1992). Además, la planta no posee un mecanismo seguro para reducir la pérdida de agua en tiempos de estrés (alta demanda metabólica) por lo que depende enteramente de las condiciones a las que se expone como sombra, sol, contenido de nutrientes en el suelo, y fertilizantes (Clifford & Wilson, 1985).

2. Definición de Mal de Viñas

a. Concepto

El "Mal de Viñas", que también se conoce como "fiebre amarilla del cafeto" o "decaimiento letal del café", es un decaimiento fisiológico del cafeto que conduce a la muerte prematura de la planta, y que se ha observado desde principios de siglo en Guatemala, principalmente en la región de "Pueblo Nuevo Viñas" en el departamento de Santa Rosa de donde proviene el nombre de la enfermedad (MacVean, 1992).

Sin embargo, se han observado síntomas similares en otras regiones cafetaleras de Guatemala como es el departamento de San Marcos (MacVean, 1993). Esto ocasiona

anualmente una pérdida considerable de plantas en las áreas afectadas, obligando al caficultor a la resiembra de miles de plantas (García, 1989).

En un cafetal aparentemente sano, después de una primera cosecha, aparecen plantas jóvenes y adultas con amarillamiento del follaje. Las hojas van perdiendo su vigor y tornándose marchitas, además de mostrar deficiencia de varios elementos minerales (García, 1989).

La planta se defolia en forma ascendente, quedando únicamente hojas pequeñas en las puntas, condición que se va acentuando en el transcurso de pocas semanas (García, 1989). La planta no muere repentinamente, sino que va decayendo hasta morir y es posible que produzca frutos, aunque de baja calidad a finales del ciclo de maduración del fruto en el mismo año (MacVean, 1992). Las raíces primarias y secundarias muestran coloraciones café oscuro e incapacidad para absorber nutrientes (García, 1989) pues en las raíces hay un crecimiento deficiente, de raicillas finas en particular, y el desarrollo de torceduras laterales en la raíz pivotante y raíces secundarias (MacVean, 1992).

En estudios realizados por la Universidad del Valle de Guatemala (MacVean, 1992) se ha demostrado que el "Mal de Viñas" es causado principalmente por factores abióticos que dañan y reducen el funcionamiento de las raíces y el follaje de la planta. De esta manera, la nutrición, crecimiento y fructificación de la planta se alteran a un punto tal que la planta ya no se recupera.

Estos factores abióticos son: falta de suficiente sombra y acidez del suelo combinada con altos niveles de aluminio y otros metales, que producen toxicidad. Debido a que los suelos ácidos favorecen la disponibilidad de ciertos minerales como aluminio y manganeso y disminuyen la disponibilidad de otros como el fósforo y el potasio. La toxicidad del aluminio y manganeso causa mortandad de raicillas, o pobre desarrollo de éstas. (MacVean, 1992)

La falta de sombra afecta a la planta, pues a pesar que el ambiente natural del café es bajo la sombra producida por árboles, su producción aumenta en plantaciones sin sombra (Cobley, 1976), esto ocasiona que la velocidad de fotosíntesis (velocidad con que se obtienen carbohidratos) de la planta disminuya cuando la cobertura de sombra es menor del 50%. Esta anomalía por exceso de irradiación lumínica, se incrementa en la floración, por lo tanto el número de frutos es exagerado y puede llegar a sobrepasar la capacidad de producción de azúcares y almidón de la planta. Esto se manifiesta en la formación de grandes cantidades de grano "vano"; que contiene una carnosidad seca y negruzca. La alta demanda metabólica no permite entonces la regeneración de las estructuras de la planta y produce el agotamiento característico de "Mal de Viñas" (MacVean, 1992).

La deficiencia de los otros elementos puede causar la clorosis característica de la enfermedad. Esta pérdida de color se puede deber a varios factores como lo son: pérdida de nitrógeno, lo cual provoca deficiencia de clorofila; deficiencia en fósforo, que ocasiona hojas de color pardo-rojizas; deficiencia de potasio, que se caracteriza por marchitez de la hoja principiando por el ápice hasta los bordes; deficiencia de calcio que produce clorosis

especialmente en las hojas jóvenes y que va del borde al centro; deficiencia de magnesio, que causa clorosis pues es un componente de la clorofila (Clifford & Wilson, 1985). El hierro también juega un papel importante pues es catalizador de varias enzimas y juega un papel importante en la fotosíntesis, sobre todo en la formación de clorofila y así su deficiencia se manifiesta primero en las hojas jóvenes como decoloración de éstas (Ortíz, 1973).

B. La hoja

1. Generalidades

a. Morfología estructural

Las hojas son básicamente tallos con extensiones laterales (Bidwell, 1990); son órganos de crecimiento determinado y simetría dorsiventral (Flores, 1989). La estructura interna de una hoja típica (Figura No.1) la constituyen dos capas: el **mesófilo en empalizada** que está compuesto por células alargadas que se encuentran en la mitad superior de la hoja y el **parénquima esponjoso** integrado por células de forma irregular, en la mitad inferior de la misma. Las células en empalizada se hallan llenas de **cloroplastos** y están especializadas para una eficiente fotosíntesis. Las células del parénquima esponjoso poseen cloroplastos más pequeños y en menor número (Ray, 1975).

La forma alargada de las células en empalizada asegura que, aunque casi cada cloroplasto queda adyacente a un espacio intercelular para que pueda absorber dióxido de carbono, queda una ruta directa para que la luz que penetra por la epidermis superior llegue a las unidades fotosintetizadoras a través de las células (Ray, 1975).

La hoja está cubierta por ambos lados, por una capa de células llamada **epidermis** (superior e inferior), cuyas células se encuentran estrechamente ajustadas entre sí, sin espacios intercelulares. Estas células epidérmicas están recubiertas por una **cutícula** suberizada o cerosa y usualmente carecen de cloroplastos (Ray, 1975).

Los espacios aéreos interiores de la hoja, están directamente conectados con el aire externo a través de perforaciones en la epidermis, pequeños poros o **estomas** (Ray, 1975). La epidermis superior está formada únicamente de células epidérmicas y cerosas. Carece de estomas. La epidermis inferior tiene las mismas células epidérmicas, pero es en ésta donde se encuentran localizados los estomas (Sierra, R., 1983).

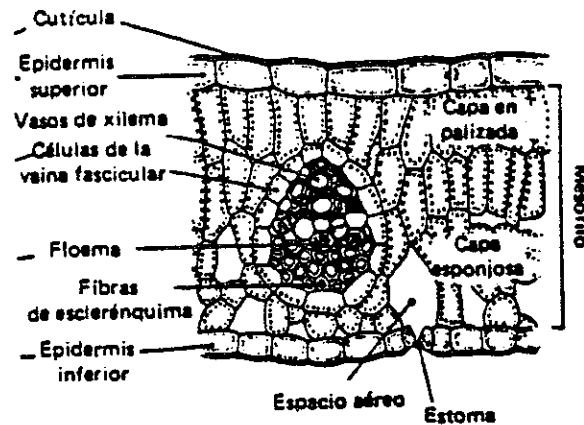


Figura No. 1

Estructura interna de la hoja

(Bidwell, 1990)

Los estomas son una parte muy importante de las hojas, ya que permiten el intercambio de gases con el ambiente externo. Es por eso que se encuentran presentes en las hojas para ayudar al intercambio de gases tan importante para mantener a la planta muy bien oxigenada (Bidwell, 1990).

Rodeando cada estoma hay dos células las **células oclusivas** que abren y cierran el estoma mediante su expansión y contracción. A diferencia de las células epidérmicas, las células oclusivas contienen cloroplastos, pues cuando el estoma está abierto proporciona una conexión entre el aire exterior y los espacios de aire del tejido interno, para intercambio gaseoso. Las hojas muestran una diversidad impresionante de formas y pueden estar muy influenciadas en su desarrollo por factores ambientales como luz, contenido de dióxido de carbono, disponibilidad de agua, edad de la planta etc. (Bidwell, 1990).

Las hojas están preformadas en las yemas y una parte considerable del crecimiento visible es expansión celular más que multiplicación de células. La apariencia y anatomía de las hojas típicas reflejan su capacidad para el intercambio gaseoso y la absorción de la radiación. Una estructura que absorba la radiación necesita poseer un área amplia y ser delgada, además de orientarse en ángulos rectos hacia la fuente de radiación para alcanzar su máxima eficiencia. Del mismo modo para un intercambio de gases eficiente se requiere una lámina delgada que ofrezca el máximo de área por unidad de peso. Lo único que limita la delgadez de la hoja es la necesidad de poseer algo de tejido de almacenaje y de oporte así como un sistema de transporte. Por lo demás, una estructura en forma de hoja sin ninguna cubierta protectora se secaría rápidamente. La

epidermis con su cutícula protege a la hoja de la desecación, pero también reduce el intercambio gaseoso a niveles muy bajos. El sistema de pequeños poros o estomas, a través de los cuales difunden los gases, así como los pasadizos aéreos dentro de la hoja, son sorprendentemente eficaces para el intercambio de dióxido de carbono, en tanto que reducen la evaporación (Bidwell, 1990).

i. Hoja del cafeto

Las hojas del cafeto se presentan en pares y opuestas. El peciolo está formado por tres haces vasculares, el mayor de los cuales corresponde a la nervadura central o principal. La lámina está compuesta por siete estratos de células, en su estado primario. La hoja adulta sólo muestra un estrato del parénquima en empalizada y de diez a doce estratos de células esponjosas.

2. Función de la hoja en la planta

a. Fotosíntesis

i. Concepto

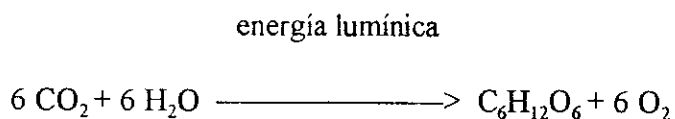
Las plantas crecen con dióxido de carbono, tomado del aire, sustancias nitrogenadas y minerales absorbidos por las raíces. La luz es necesaria para la transformación de estas materias primas en materia orgánica (Gaffron, 1974), por el proceso conocido como fotosíntesis.

La fotosíntesis consiste en la absorción de energía lumínica y su conversión en potencial químico estable por la síntesis de compuestos orgánicos (Bidwell, 1990).

Este proceso fotosintético sucede en las hojas y puede considerarse un proceso de tres fases (Bidwell, 1990):

- La absorción de luz y retención de energía lumínica.
- La conversión de energía lumínica en potencial químico.
- La estabilización y almacenaje del potencial químico.

La ecuación correspondiente a este proceso es:



siendo el CO₂ la fuente de carbono y el agua el reductor que aporta los átomos de hidrógeno necesarios para la biosíntesis de carbohidratos, obteniéndose además oxígeno como subproducto (Andreo, 1984).

La sustancia responsable de la captura exitosa de la energía lumínica, en todas las plantas verdes, es la clorofila de las hojas (Figura No.2), y es allí donde las plantas sintetizan azúcares, almidón y proteínas. La clorofila es un tetrapirrol y tiene un gran parecido con la estructura del heme y de los citocromos. La clorofila difiere de esas enzimas en que contiene un átomo de magnesio en vez de uno de hierro; la hay de dos tipos: clorofila a y clorofila b, que difieren únicamente en un sustituyente de uno de los anillos (Bidwell, 1990).

Otro pigmento que interviene en la fotosíntesis, no directamente pero que juega un importante papel en la estabilización de la clorofila en los cloroplastos; además de impedir que

la clorofila se destruya por autooxidación y por la luz, son los carotenos (Figura No.2) (Bidwell, 1990).

ii. Relación con cloroplastos

El cloroplasto es un organelo celular membranoso que se encuentra en todas las plantas fotosintéticas, sin embargo tanto la forma, como el tamaño y el número de ellos por célula varía de una especie vegetal a otra. Los cloroplastos están separados del citoplasma por una envoltura continua constituida por doble membrana, la membrana externa es muy permeable, mientras que la interna es de una permeabilidad selectiva y contiene proteínas transportadoras. La membrana interna rodea al estroma que contiene numerosos sistemas enzimáticos, donde tiene lugar la fijación del dióxido de carbono (Andreo, 1984).

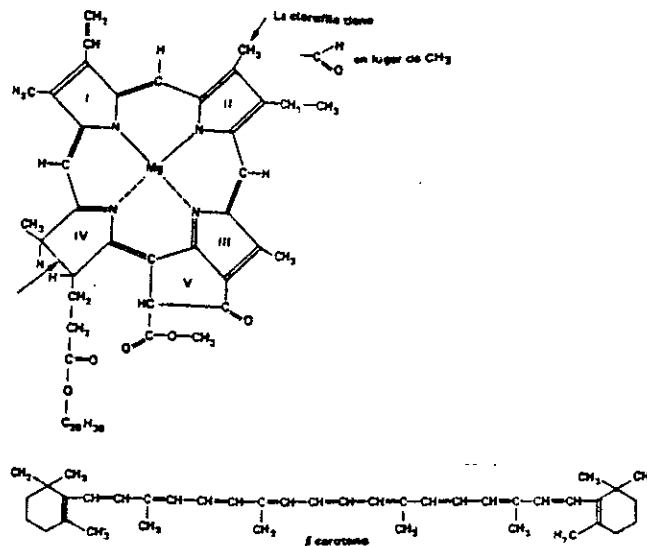


Figura No.2

Estructura de clorofila a y b, y carotenos

(Bidwell, 1990)

Los cloroplastos poseen un tercer tipo de estructura membranosa con forma de sacos aplastados llamados tilacoides, donde se llevan a cabo las reacciones de la fotosíntesis, pues es allí donde se encuentran, además de la clorofila, los pigmentos como ficobilina, ficocianina y ficoeritrina que captan la energía solar y ayudan en la fotosíntesis por sus propiedades fluorescentes (Andreo, 1984). Hoy en día se conocen con mayor detalle estas membranas, la disposición de las moléculas de clorofila en ellas y la función que desempeñan en las dos secuencias de reacciones de la fotosíntesis, una que necesita de la luz por lo que se ha llamado **reacción lumínica** y la que requiere CO_2 y no requiere luz, llamada **reacción oscura** (Bidwell, 1990).

iii. Fase lumínica

En las reacciones que dependen de la luz, que definen a la fase luminosa, la energía electromagnética es captada por un sistema especializado de pigmentos y utilizada para sintetizar ATP (trifosfato de adenosina) y NADPH (fosfato de nicotinamida adeninucleótido reducido) (Andreo, 1984).

La luz participa en el proceso de fotosíntesis y se absorbe separadamente por dos diferentes sistemas de pigmentos o centros de reacción, uno de ellos de longitud de onda más larga que el otro, y el funcionamiento a satisfacción de la fotosíntesis requiere que ambos se activen (Mathews & van Holde, 1990). Se ha encontrado que el sistema de longitud de onda más corta (llamado ahora fotosistema II), contiene además de algo de clorofila a, una buena cantidad

de clorofila b y de pigmentos accesorios como ficobilinas. El sistema de longitud de onda larga (fotosistema I) tiene una mayor proporción de clorofila a y menos de los otros pigmentos (Bidwell, 1990).

iv. Fase oscura

En las reacciones oscuras el ATP y NADPH formados en la fase lumínica se utilizan como fuente química de energía y poder reductor, respectivamente para convertir el CO₂ en carbohidratos. (Andreo, 1984)

El ciclo reductivo de las pentosas fosfato, más conocido como ciclo de Calvin y Benson ocupa una posición central en el metabolismo de los cloroplastos. Este ciclo utiliza al ATP y NADPH producidos durante la fase lumínica de la fotosíntesis para lograr la asimilación reductiva del CO₂ hasta convertirlo en carbohidratos. A continuación, los carbohidratos así formados son utilizados en el interior de los cloroplastos como precursores para la síntesis de almidón y el citoplasma para sintetizar sacarosa (Andreo, 1984).

v. Factores que afectan la fotosíntesis

Como se podría esperar de un proceso que depende de la luz, la intensidad de ésta afecta directamente la tasa de la fotosíntesis, es decir que a mayor intensidad lumínica la velocidad relativa fotosintética se incrementa linealmente en proporción a dicha intensidad. Sin embargo después de cierto punto, la fotosíntesis no aumenta con más luz, lo que significa que la capacidad fotosintética de la planta ha sido saturada con la luz (Figura No. 3)(Gaffron, 1974).

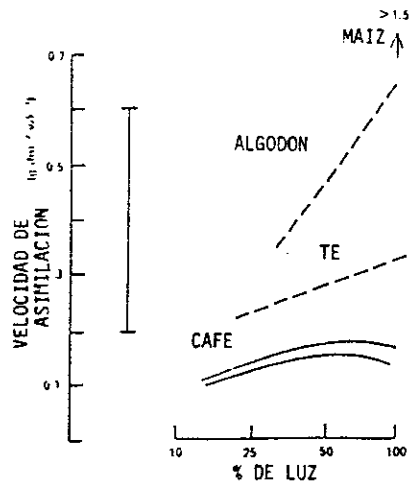


Figura No. 3

Relación entre la fotosíntesis y la intensidad de la luz

(Gaffron, 1974)

La fotosíntesis también se relaciona con el dióxido de carbono de forma directamente proporcional, es decir que a mayor cantidad de dióxido de carbono disponible aumenta la velocidad relativa fotosintética. La temperatura se relaciona también con la velocidad relativa de fotosíntesis, sin embargo en este caso hay que tomar en cuenta el efecto de la intensidad de la luz, pues a bajas intensidades de luz, la temperatura tiene un pequeño efecto sobre la actividad fotosintética mientras que a altas intensidades, un incremento de la temperatura, hasta cierto valor, puede duplicar o triplicar el promedio de la fotosíntesis (Figura No.4). Arriba de cierta temperatura el mecanismo entero sufre un deterioro calórico, y esto trae como resultado una declinación progresiva de la actividad fotosintética, pues la planta está saturada y ya no puede producir más carbohidratos o captar más luz (Gaffron, 1974).

Debido a que dependiendo de las distintas estaciones varía la longitud de los días, es importante notar que muchas plantas sufren el fenómeno que se conoce como letargo (estado de crecimiento y metabolismo suspendidos), que puede afectar la fotosíntesis.

Se ha demostrado que es la hoja la parte de la planta que percibe el cambio y al igual que en la floración, debe producir alguna sustancia que inhiba el crecimiento de las demás partes de la planta.

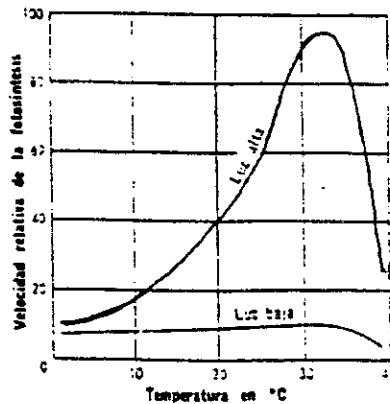


Figura No.4

Relación entre fotosíntesis y temperatura

(Gaffron, 1974)

Hoy en día se sabe que esta sustancia es el ácido abscísico y que son los días cortos los que promueven su síntesis (Bidwell, 1990).

La humedad o su carencia parece importante para iniciar el letargo en algunas plantas, sin embargo éste no es resultado de una baja en el metabolismo, sino al contrario el letargo es el que

disminuye el metabolismo de la planta (Bidwell, 1990). La senescencia o vejez, es otra fase del desarrollo de la planta, y se conoce como la última parte del proceso que lleva a la planta de su madurez a la completa y final pérdida de la organización y funciones. El proceso de envejecimiento es distinto en todas las plantas pues puede envejecer como un todo o puede envejecer progresivamente, permaneciendo ciertas partes activas (generalmente las partes apicales del tallo y raíz) en tanto que las partes viejas (generalmente las hojas) mueren (Bidwell, 1990).

A nivel celular la senescencia parece estar controlada rígidamente, pero aún no se conoce su mecanismo exacto. Las células senescentes sufren una reducción de su estructura y la mayoría de las inclusiones membranosas subcelulares se rompen, posiblemente por liberación de enzimas proteolíticas al citoplasma (Bidwell, 1990).

La fotosíntesis decrece poco antes de que se inicie la senescencia y la destrucción de la clorofila no ocurre sino hasta más tarde. Probablemente se debe a la disminución de la demanda de los productos fotosintetizados. Conforme empieza la senescencia y decrecen los niveles de proteínas y la clorofila, ocurre una mayor declinación de la fotosíntesis (Bidwell, 1990).

La fotosíntesis se ve afectada por la influencia del sol en hojas que crecen normalmente bajo un nivel de sombra dado, y se caracteriza por una redistribución de los cloroplastos y por una adaptación de la hoja, la cual disminuye su tamaño y por lo tanto cambian las dimensiones de sus partes (Figura No.5).

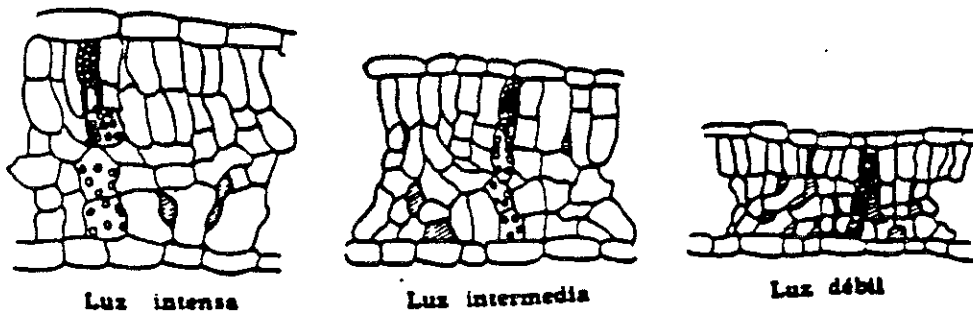


Figura No.5

Cambio producido en hoja de sombra expuesta al sol

(Bidwell, 1990)

Cuando los niveles de luz son altos, los cloroplastos se encuentran usualmente alineados alrededor de las paredes celulares, cubriéndose unos a otros del daño por la luz; mientras que cuando los niveles de luz son bajos se distribuyen a lo largo de las paredes celulares para maximizar la absorción de la luz (Salisbury & Ross, 1992).

La distribución de las partes de la hoja, se ven influenciadas por la luz, ya que una hoja de sol posee células del parénquima en empalizada más alargadas, y las células del parénquima

esponjoso más compactas; mientras que las hojas de sombra muestran lo contrario (Figura No.6) (Salisbury & Ross, 1992).

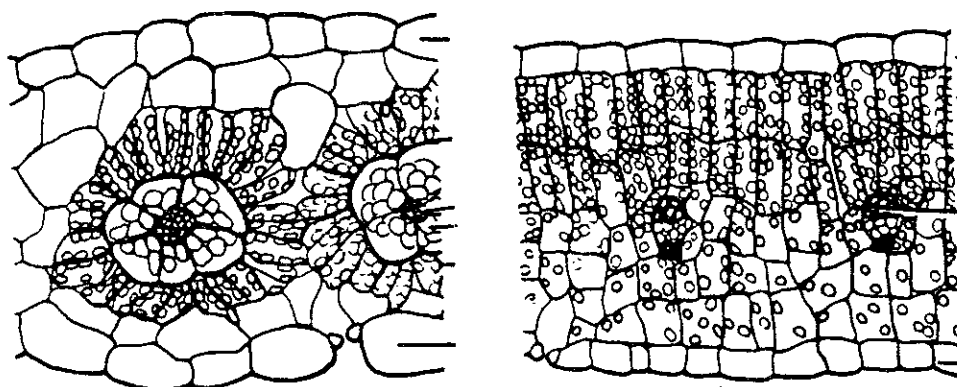


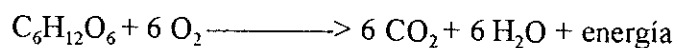
Figura No.6

Estructura interna de una hoja de sol y una de sombra

(Salisbury & Ross, 1992)

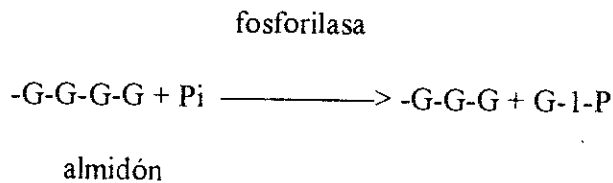
b. Respiración

La respiración es el proceso inverso de la fotosíntesis y se lleva a cabo en la hoja, consiste en la movilización de compuestos orgánicos y su oxidación controlada para liberar energía para el mantenimiento y desarrollo de la planta. La reacción resumida se presenta a continuación:



donde se esquematiza la oxidación de una molécula de hexosa (Bidwell, 1990). Las reacciones del carbono en la respiración involucran dos procesos distintos. El primero es la glicólisis que convierte una molécula de hexosa en dos de ácido pirúvico, las que son luego descarboxiladas. El segundo es el ciclo de Krebs o de los ácidos tricarboxílicos donde el ácido pirúvico se oxida totalmente (Bidwell, 1990).

Los sustratos más generales de la respiración son: el almidón y los polisacáridos relacionados con éste, los azúcares solubles como sacarosa, las grasas y las proteínas. Sin embargo, el almidón es con frecuencia el sustrato respiratorio principal y generalmente es degradado por reacción con la fosforilasa dando glucosa-1-fosfato:



El almidón también puede degradarse por medio de los sistemas de la α -amilasa y la β -amilasa, produciendo el disacárido maltosa la cual es hidrolizada a glucosa. (Bidwell, 1990)

C. Histología

1. Concepto

a. Generalidades

La histología abarca el estudio de los detalles microscópicos de la estructura de plantas lo cual requiere usualmente de alguna preparación del material para facilitar su observación. El

material puede ser simplemente montado en un portaobjeto sobre una gota de agua y luego estudiado, bajo considerable aumento. Plantas superiores o partes de plantas, pueden ser disectadas o cortadas en pedazos finos para exponer sus regiones internas y para permitir a la luz atravesar el objeto. Algunos materiales tienen suficiente coloración natural para ser observados; pero otras estructuras transparentes deben hacerse visibles por medio de coloraciones (Sass, 1958).

Los procesos usados en la preparación de los materiales de plantas para estudio microscópico pueden ser clasificados en las siguientes categorías:

- Formas unicelulares filamentosas que pueden ser procesadas sin seccionar y montadas como un todo para hacer placas temporales o permanentes.
- Algunos tejidos suculentos pueden ser esparcidos o untados como una capa delgada en un portaobjeto. La preparación es coloreada y tratada para placas temporales o permanentes.
- Los tejidos masivos o complejos son usualmente cortados en tajadas muy finas, con la mano o con el uso de un micrótopo. Los materiales que no son lo suficientemente rígidos para ser cortados sin un soporte son introducidos en una matriz de soporte antes de seccionarlos. Las secciones son coloreadas y montadas para hacer placas temporales o permanentes. El método usado para la preparación de un tipo dado depende del carácter del material, su uso posterior y de facilidades de equipo, reactivos y tiempo (Sass, 1958).

b. Aplicación de la histología al análisis de la hoja

La preservación de los detalles estructurales de las células y tejidos de la hoja se ve influenciada por las condiciones de la planta al tiempo de la recolección y por la preparación subsecuente para la fijación. Para el estudio de estructuras normales deben seleccionarse plantas normales representativas. Remover la hoja con el menor daño posible cortando el pecíolo sin presionarlo. Para transportarla se deben colocar entre hojas de papel húmedo y llevarlas en un recipiente cerrado de preferencia en una hielera. Si la muestra no se va a tratar de inmediato debe guardarse en forma adecuada, aunque es mejor si la muestra puede prepararse directamente en el campo y fijarla allí (Sass, 1958).

Una de las más críticas operaciones en el proceso de tratar tejidos es la fijación del protoplasma, la cual consiste en la interrupción del proceso de la vida dentro de las células con mínimos disturbios posibles a las estructuras; debe llevarse a cabo inmediatamente después de cortado el material para evitar al máximo el deterioro del tejido. Además de esto, el líquido fijador debe poder retener la estructura y mantenerla firme (Sass, 1958).

Después de la fijación sigue la deshidratación del tejido. Esta operación remueve agua del tejido fijado y hace que el material se vuelva firme y posiblemente duro. El procedimiento consiste en tratar el tejido con una serie de soluciones que contienen concentraciones progresivamente incrementadas de agentes deshidratante y disminuídas de agua.

El agente deshidratante más común es el alcohol etílico pero también puede usarse alcohol isopropílico o etilenglicol. Este último también conocido como metilcellosolve, es un

agente deshidratante de acción lenta, en el cual puede permanecer el tejido por largos períodos de tiempo (Sass, 1958).

Luego del uso de agentes deshidratantes se procede al clareado. Recibe este nombre porque algunos tejidos se vuelven transparentes. Se realiza con los solventes de parafina, los más comunes son el tolueno, el xileno y el cloroformo (Sass, 1958).

Posteriormente se procede a infiltrar y a incrustar el tejido en cera de parafina para hacer de soporte. Esto consiste en disolver la parafina en el solvente que contienen los tejidos, gradualmente se va incrementando la concentración de parafina y decreciendo la concentración de solvente. El solvente es eliminado por decantación o evaporación. La parafina debe cumplir ciertos requisitos como:

- Un punto de fusión constante y conocido y dureza apropiada; las ceras usadas para la mayoría de trabajo botánico tienen puntos de fusión entre 50-55°C, con una tolerancia de 2°C.
- Suavidad, y textura homogénea, sin cristales.
- Ausencia de contaminantes como agua y compuestos aceitosos o volátiles (Sass, 1958).

Luego de la infiltración sigue el corte con micrótopo, aparato que consta de un cuchillo estacionario. Para cortar, es la pieza de tejido la que se mueve y así se obtienen el cordón de deseadas proporciones. Luego del corte, se monta el tejido en un portaobjetos y se procede a la coloración de las placas que se realiza por medio de la inmersión de éstas dentro de los reactivos en recipientes adecuados (Sass, 1958).

Entre las coloraciones más representativas se encuentra la coloración de PAS (Acido peryódico Schiff) que involucra dos reacciones químicas: (1) la oxidación de un α -amino alcohol y/o un 1,2 glicol a aldehídos; y (2) la reacción de los aldehídos resultantes con el reactivo de Schiff para formar un color rojo-púrpura. El reactivo de Schiff se caracteriza por poseer dióxido de azufre, el cual al combinarse con un aldehído forma el compuesto coloreado característico (Figura No.7). (Humason, 1979)

La coloración de PAS es importante para mostrar carbohidratos tales como almidón, celulosa, mucinas, los cuales se observan de color rojo; mientras el núcleo y otros elementos del tejido se observan del color del contraste (Humason, 1979).

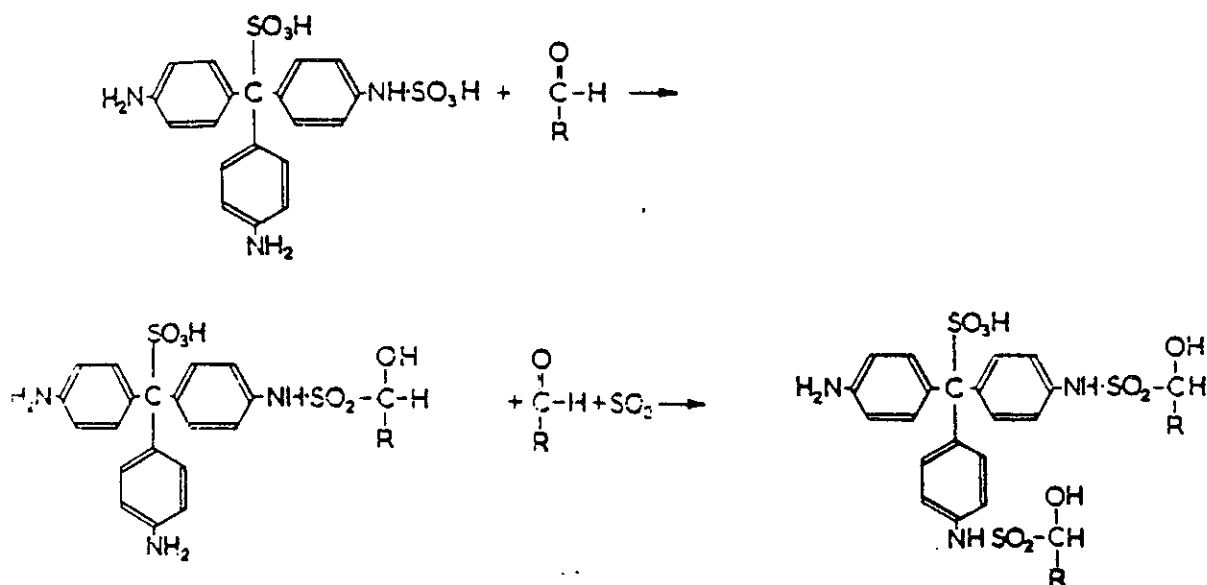


Figura No.7

Reacción producida por el reactivo de Schiff

(Humason, 1979)

Otra coloración importante es la llamada Azul de Toluidina. Esta se basa en el fenómeno conocido como metacromasia, en el cual unos elementos de tejido se colorean por un grupo particular de colorantes catiónicos. Cambiando en los tejidos el color azul característico a un púrpura rojo o rojo púrpura (Humason, 1979).

Los resultados que se observan con ésta coloración son: el núcleo azul, el citoplasma azul verdoso y los gránulos celulares se ven azul violeta. Es importante para colorear núcleos y cloroplastos (Humason, 1979).

La coloración hematoxilina-eosina se basa en la oxidación de la hematoxilina y para ello es necesario agregarle un agente oxidante como el yodato de sodio. Para que la coloración sea efectiva es necesario agregar una coloración de contraste; en este caso eosina, y así la coloración final resaltará los cloroplastos y las demás estructuras citoplasmáticas de color rosado (Humason, 1979).

2. Histología de la hoja del cafeto

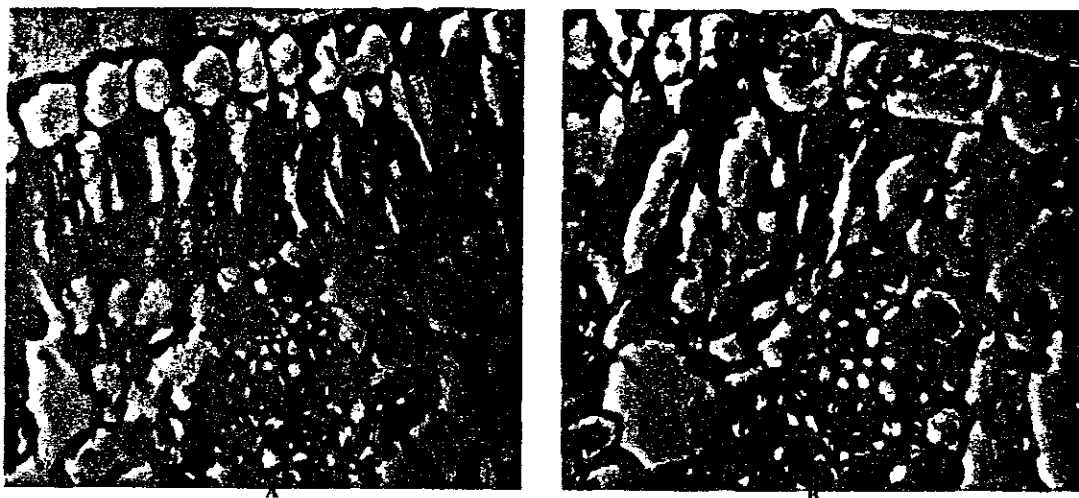
De acuerdo a experimentos realizados, distintas deficiencias de minerales en las hojas del cafeto causan alteraciones histológicas. Una planta que crece en solución completa de nutrientes N, K, P, Ca, Mg, que se cuantifican como nitrógeno en su forma elemental, potasio como K_2O , fósforo como P_2O_5 , calcio como CaO y el magnesio como MgO, tiene un desarrollo normal en cuanto a crecimiento de hojas nuevas (Accorsi & Haag, 1959).

Es importante notar que la absorción de distintos elementos se intensifica cuando la planta pasa de los dos a los tres años de edad, y a partir del quinto año de edad del cafeto las cantidades de absorción ya no se incrementan sino más bien tienden a decaer.

La estructura de la hoja de café histológicamente muestra en la epidermis superior gran cantidad de células grandes, yuxtapuestas y de forma generalmente rectangular y menos veces poligonal o redonda, su pared externa es ondulada y con una cutícula delgada. El parénquima se compone de un grupo de células altas perpendiculares a la epidermis unidas lateralmente, la epidermis inferior muestra semejanza con la epidermis superior, pero consta de células más bajas y más alargadas (Figura No.8) (Accorsi & Haag, 1959).

Los estudios histológicos preliminares realizados en la Universidad del Valle de Guatemala, utilizando la coloración PAS, muestran un desorden y desintegración de en las células del parénquima empalizada, donde normalmente se encuentran los cloroplastos (figura No.8), sin embargo, los estudios no son concluyentes (MacVean, 1993).

La destrucción de cloroplastos puede llevar a niveles reducidos de clorofila, lo cual ocasionaría una merma en los carbohidratos disponibles en los frutos y ayudaría a explicar el problema de Mal de Viñas como decaimiento fisiológico (UVG, 1992).



(A)

(B)

Figura No.8

Cortes histológicos de hojas de planta sana (A)

y planta con Mal de Viñas (B)

(MacVean, 1992)

Los resultados obtenidos en la Universidad del Valle de Guatemala por análisis bioquímicos realizados en la planta entera de café mostraron que sin embargo las plantas afectadas poseen altos niveles de carbohidratos tales como almidón en comparación con las plantas sanas (Tay, 1993).

Respecto de la raíz, estudios histológicos preliminares con la coloración de PAS, realizados en la Universidad del Valle de Guatemala, mostraron que las raíces enfermas tienen una menor acumulación de amiloplastos (organelos que almacenan almidón) en el floema. También muestran que la distribución de células en el floema no sigue el orden característico, sino que éstas se encuentran completamente desordenadas y con el parénquima destruido, además de contener muy pocos núcleos celulares (Mata, 1993).

III. JUSTIFICACION

La determinación de las características histológicas de la hoja del cafeto proporcionará parámetros que indiquen diferencias estructurales entre hojas sanas y enfermas con "decaimiento letal del café", para la mejor comprensión de los efectos del síndrome sobre un cultivo tan importante para Guatemala como lo es el café.

Asimismo, con este estudio se pretende diferenciar entre una hoja que crece al sol y otra que crece a la sombra por su morfología y la distinta concentración y localización de los cloroplastos y amiloplastos dentro de la hoja.

Además, correlacionando los factores anteriores con el nivel de clorofila encontrado y con el índice de defoliación y clorosis se proporcionará una idea del nivel de fotosíntesis llevado a cabo por la planta sana o enferma, al sol y a la sombra; esperando poder encontrar diferencias entre índices o al menos entre plantas sanas y con algún grado del Síndrome.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivos Generales:

1. Determinar la existencia de diferencias histológicas estructurales entre hojas de cafetos enfermos y cafetos sanos de distintos índices de defoliación y clorosis.
2. Comprobar la existencia de una acumulación de carbohidratos en la hoja de las plantas enfermas con Mal de Viñas.
3. Determinar el nivel de clorofila y poder explicar así, si existe una disminución de la capacidad fotosintética en plantas enfermas.

B. Objetivos Específicos:

1. Determinar histológicamente si existen diferencias estructurales a nivel de mesófilo entre hojas de cafetos sanos y enfermos expuestos al sol y a la sombra.
2. Lograr demostrar por medio de métodos histológicos e histoquímicos, diferencias cualitativas en la cantidad de cloroplastos y amiloplastos presentes en plantas sanas y enfermas, de diferentes índices, al sol y a la sombra.
3. Demostrar cuantitativamente que el nivel de clorofila total en hojas al sol y enfermas con Mal de Viñas es menor que el nivel observado en hojas a la sombra también enfermas.
4. Comparar los resultados con el nivel de hojas de plantas sanas al sol y a la sombra, usadas como control.
5. Establecer una relación entre el nivel de clorofila y las características histológicas presentes en las hojas estudiadas.

V. METODOLOGIA

A. MUESTREO

Las hojas de plantas de café (Coffea arabica) analizadas en este trabajo provienen de muestreos realizados en cuatro fincas de café pertenecientes a los Departamentos de Santa Rosa y Guatemala. Dos de estas fincas fueron clasificadas como "sanas" (sin Mal de Viñas) y las otras dos como "enfermas" (con Mal de Viñas). El criterio empleado para la clasificación de las fincas como sanas o enfermas fue establecido sobre la base de dos factores: 1) historial de defoliación, clorosis y marchitez de la finca y 2) historial de mortandad de cafetos atribuida al "Mal de Viñas" (Tay, 1993). Las dos fincas "enfermas" se seleccionaron por los experimentos de sol y sombra montados en dos de las fincas más representativas de la enfermedad mientras que las dos fincas "sanas" se seleccionaron por ser fincas fuera del área afectada por la enfermedad. Las cuatro fincas se muestran en la Tabla No.1 incluyendo su localización y su clasificación.

Los muestreos se llevaron a cabo en tres épocas distintas del año que corresponden aproximadamente a las tres etapas fenomenológicas que se muestran en la Tabla No.2. En cada muestreo se tomaron las mismas seis plantas de cada finca, tres expuestas al sol y tres expuestas a la sombra.

Tabla No.1

Localización y Condición de las fincas muestreadas

No.	FINCA	Salud de la Finca	LOCALIDAD (Municipio, Depto.)
1	San Isidro	Sana	Guatemala, Guatemala
2	Pocitos*	Enferma	Barberena, Santa Rosa
3	Naranjito	Enferma	Barberena, Santa Rosa
4	Morán	Sana	Amatitlán, Guatemala

* Se ha notado mejoría en el estado de salud de la planta a partir de 1993

Es importante mencionar que cada planta muestreada correspondía a un índice de defoliación, uno de clorosis y uno de marchitez y su descripción se muestra en la Tabla No.3 (la descripción completa de los índices de defoliación se presenta con detalle en el Apéndice B) y debido al muestreo sobre los mismos individuos los índices en las plantas muestreadas variaron con el tiempo.

Tabla. No.2

Períodos de muestreo

Colecta No.	Fecha	Etapas fenomenológica aproximada
1	enero-febrero 94	Post-cosecha

2	abril-mayo 94	Inicio de frutos
3	julio-agosto 94	Llenado de frutos

De cada planta muestreada se tomó una hoja joven de la parte apical y se sometió a tratamiento histológico, mientras que para la determinación de clorofila se tomaron varias hojas de toda la planta, las cuales antes de ser procesadas se mantuvieron en almacenamiento a -20°C.

Tabla No.3

Descripción de los índices de defoliación, clorosis y marchitez

INDICE	CARACTERISTICAS
Defoliación	
0	Planta sin pérdida de hojas
2	Planta que principia a perder hojas (<1/3 del 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
8	Planta muerta
Clorosis	
0	Planta con menos de 1/3 de hojas amarillas
1	Planta con más de 1/3 de hojas amarillas
Marchitez	
0	Planta con hojas turgentes
1	Planta con hojas flácidas y marchitez con evidente pérdida de agua

B. ANALISIS EXPERIMENTAL

1. Análisis Histológico

Inmediatamente después de recolectadas las hojas se colocaron en recipientes que contenían glutaraldehído al 2% (v/v) para fijarlas y se almacenaron durante una semana en refrigeración a -4°C en etilenglicol.

El procedimiento seguido es el siguiente (ver detalle en el Apéndice A):

a. Infiltración en parafina

b. Enfriamiento

c. Montaje sobre cubos de madera

d. Corte con micrótopo (5 micras)

e. Montaje sobre portaobjetos

f. Coloración:

1. Azul de toluidina: utilizada para visualizar cloroplastos.

2. Hematoxilina-Eosina: utilizada para visualizar núcleos celulares.

3. PAS (Acido peryódico Schiff): utilizada para visualizar amiloplastos. En ésta coloración se introdujo la variación de utilizar amilasa salival como control para asegurar que se estaban coloreando los reservorios de almidón.

g. Visualización en microscopio

2. Determinación del contenido de clorofila

Para la determinación del contenido de clorofila, las hojas recolectadas se secaron en un horno de convección a 60°C durante una hora. El procedimiento seguido es el siguiente (ver detalles en el Apéndice A):

1. Pesar 0.25 g de muestra seca
2. Extraer con acetona al 85% (v/v)
3. Filtrar por gravedad
4. Aforar a 50 ml.
5. Transferir una alícuota de la muestra a éter anhidro en proporción 1:2.
6. Obtener la lectura de absorbancia a 645.0 y 662.0 nm.

C. ANALISIS ESTADISTICO

Debido a que se muestrearon los mismos individuos en cada visita, el análisis estadístico utilizado fue el de varianza de medidas repetidas para las variables que presentaban una escala continua de medidas; mientras que las interacciones de las variables que presentaban una escala de rangos o categorías se analizaron por medio de tablas de contingencia jerárquicas (Chi-cuadrado). Finalmente para relacionar variables continuas con variables categóricas se utilizó un análisis de regresión lineal.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS/PC V4.0 (SPSS, 1990).

Las variables analizadas fueron:

1. Variables Dependientes

- a. Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca)
- b. Ancho de la hoja (mm)
- c. Ancho del mesófilo en empalizada (mm)
- d. Ancho del mesófilo esponjoso (mm)
- e. Condición del mesófilo en empalizada
- f. Condición del mesófilo esponjoso
- g. Número de cloroplastos del mesófilo esponjoso
- h. Número de amiloplastos del mesófilo esponjoso
- i. Condición de cloroplastos del mesófilo esponjoso
- j. Condición de amiloplastos del mesófilo esponjoso

2. Variables Independientes

- a. Epoca de muestreo (3)
- b. Salud de la finca (con y sin "Mal de Viñas)
- c. Exposición al sol o a la sombra
- d. Índices de defoliación (2-7), clorosis (0,1) y marchitez (0,1)

Para los análisis de varianza de medidas repetidas fue necesario establecer si las varianzas de los datos eran iguales, para determinar la utilización de un análisis multivariado o univariado.

Utilizar el análisis multivariado tiene validez cuando las varianzas son iguales y para determinarlo se utilizó la prueba de esfericidad de Mauchly, la cual por medio de Chi-cuadrado, comprueba la

hipótesis nula que indica varianzas iguales. Si la hipótesis nula se rechaza (tal como sucedió en este caso) debe utilizarse un análisis del tipo univariado y no multivariado.

VI. HIPOTESIS

Las hipótesis propuestas son las siguientes:

1. No existen diferencias estructurales significativas a nivel histológico entre hojas de fincas sanas y fincas enfermas de diferentes índices expuestas al sol y a la sombra.
2. No existe diferencia en el número de cloroplastos y amiloplastos entre diferentes hojas de plantas sanas y enfermas,
3. No existe relación en el número de cloroplastos y amiloplastos presentes en la hoja con el contenido de clorofila.
4. No existen diferencias significativas en el nivel de clorofila en hojas de plantas expuestas al sol y a la sombra.
5. El nivel de clorofila de plantas de fincas enfermas es igual que el nivel de clorofila de plantas de fincas sanas en las mismas condiciones de sol.

VII. RESULTADOS

A. ANALISIS HISTOLOGICO

Los resultados para las variables histológicas: ANCHO DE LA HOJA, ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO Y ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA, se analizaron por ANDEVA (Análisis de Varianza) con medidas repetidas, como se muestra en el Apéndice D.

Estos análisis muestran:

- i) el efecto promedio (independiente del tiempo) y
- ii) las interacciones entre variables independientes y el tiempo.

1. Ancho de la hoja

Al considerar los efectos promedio de cada variable independiente, el ancho de la hoja depende de la época de muestreo ($p < 0.000$) (Figura No.9), la sombra ($p < 0.001$) (Figura No.10), la salud de la finca ($p < 0.053$) (Figura No.11)(Tablas 6-10, Apéndice D) y el índice de defoliación de la planta ($p < 0.0519$)(Tablas 6-8, Apéndice F) (Figura No.12).

Y no depende de los efectos de sombra y salud combinados ($p > 0.160$) (Tablas 6-10, Apéndice D), el índice de clorosis ($p > 0.0682$) (Figura No.13) y el índice de marchitez ($p > 0.2966$) (Figura No.14) (tablas 6-8, Apéndice F).

2. Ancho del Mesófilo en empalizada

Al considerar los efectos promedio de cada variable independiente el ancho del mesófilo en empalizada depende de la época de muestreo ($p < 0.000$) (Tablas 11-15, Apéndice D) y de la

sombra ($p < 0.007$) (Figura No. 16) (Tablas 11-15, Apéndice D), mientras que no depende de la salud de la finca ($p > 0.144$) (Figura No. 17), los factores de sombra y salud de la finca combinados ($p > 0.299$) (Tablas 11-15 Apéndice D), el índice de defoliación ($p > 0.3924$) (Figura No. 18), el índice de clorosis ($p > 0.2406$) (Figura No. 19) y el índice de marchitez ($p > 0.5040$) (Figura No. 20).

3. Ancho del Mesófilo esponjoso

El efecto promedio sobre el ancho del mesófilo esponjoso depende de la época de muestreo ($p < 0.000$) (Figura No. 21), de la sombra ($p < 0.003$) (Figura No. 22) y la salud de la finca ($p < 0.043$) (Figura No. 23) (Tablas 16-20, Apéndice D). El ancho del mesófilo esponjoso no depende de los efectos de sombra y salud de la finca combinados ($p > 0.127$) (Tablas 16-20, Apéndice D), del índice de defoliación ($p > 0.9363$) (Figura No. 24), del índice de clorosis ($p > 0.8132$) (Figura No. 25) y del índice de marchitez ($p > 0.3941$) (Figura No. 26) (Tablas 9-14, Apéndice F).

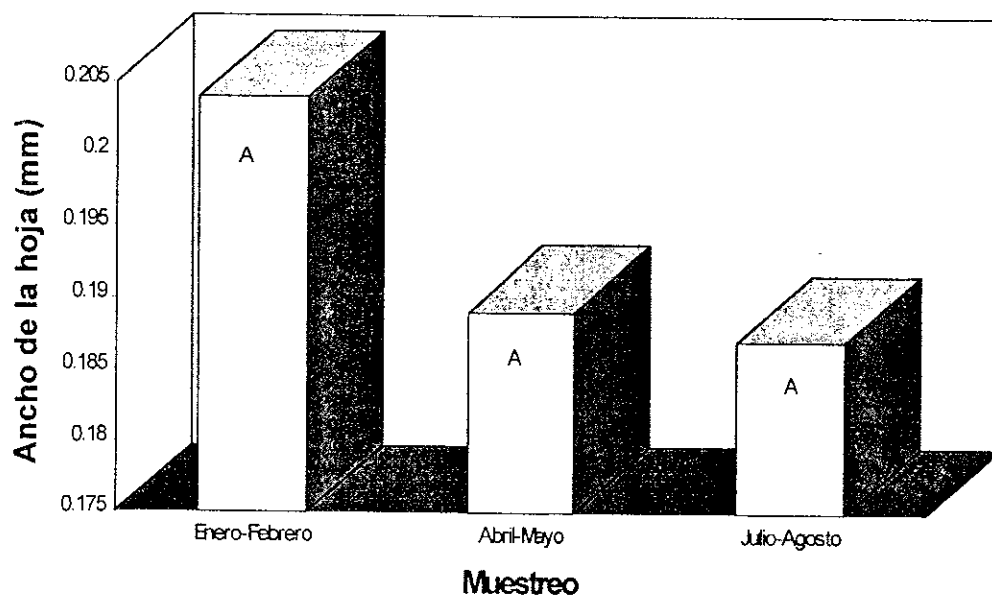


Figura No.9 Efecto promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

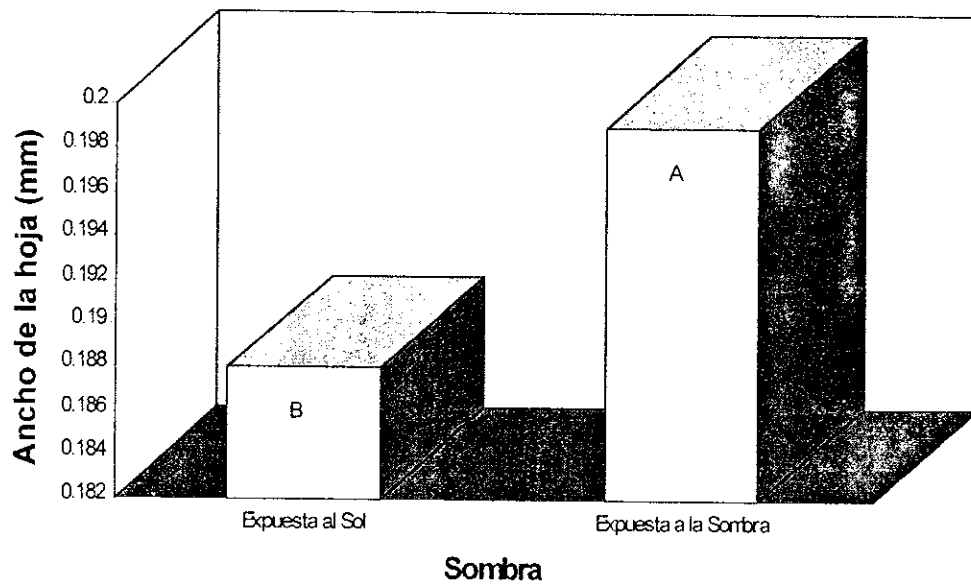


Figura No.10 Efecto promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

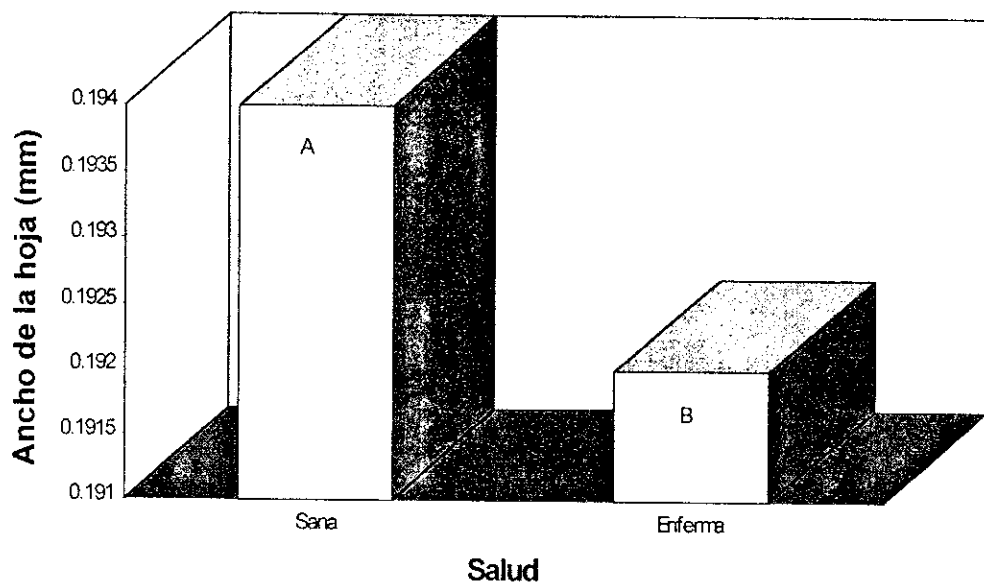


Figura No.11 Efecto promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

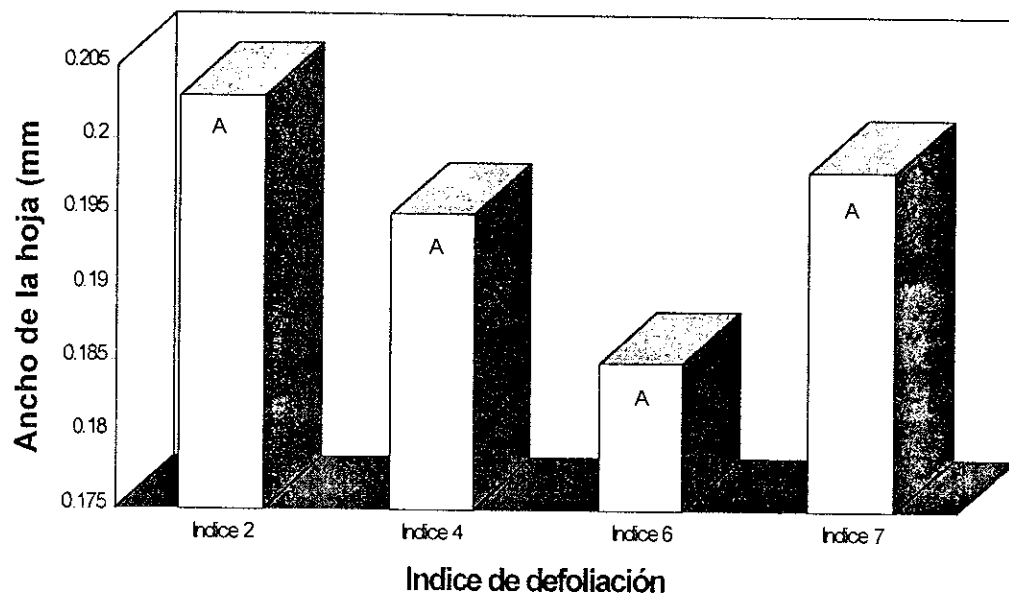


Figura No.12 Efecto promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

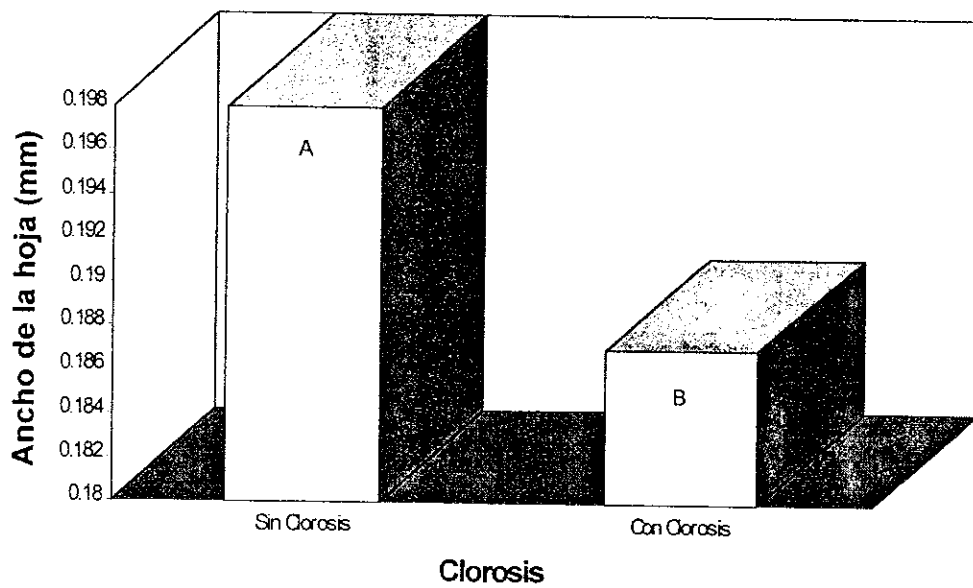


Figura No.13 Efecto promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

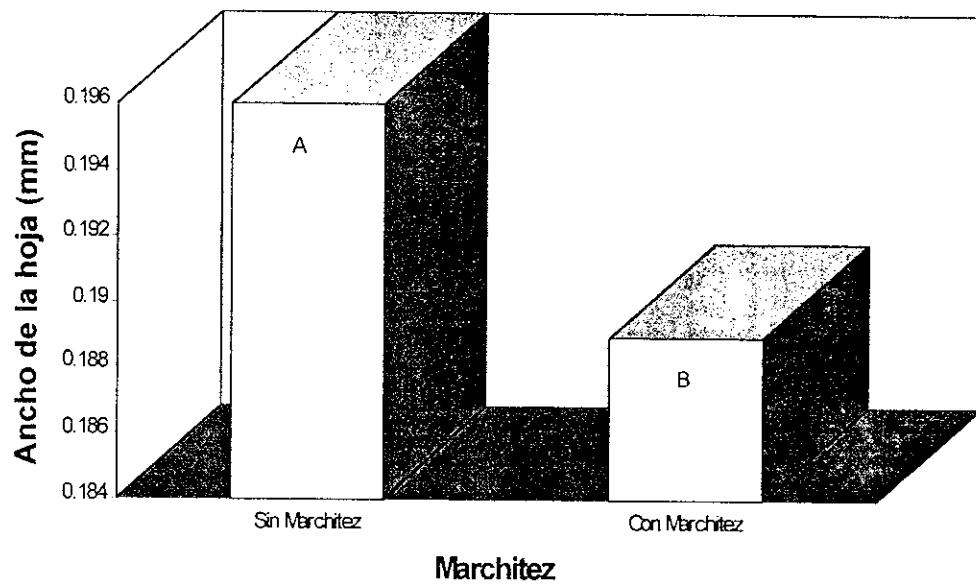


Figura No.14 Efecto promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

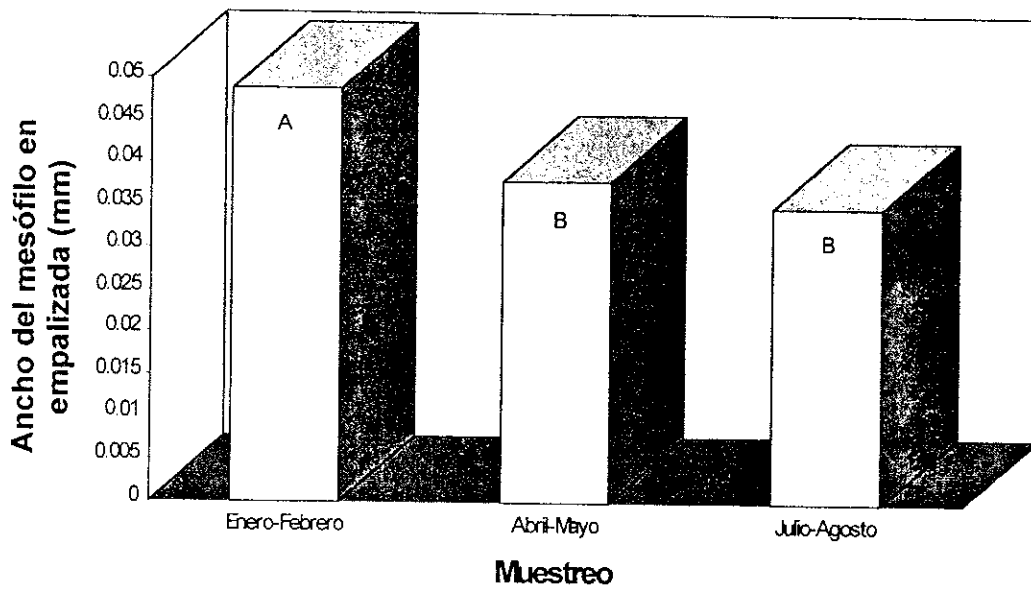


Figura No.15 Efecto promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

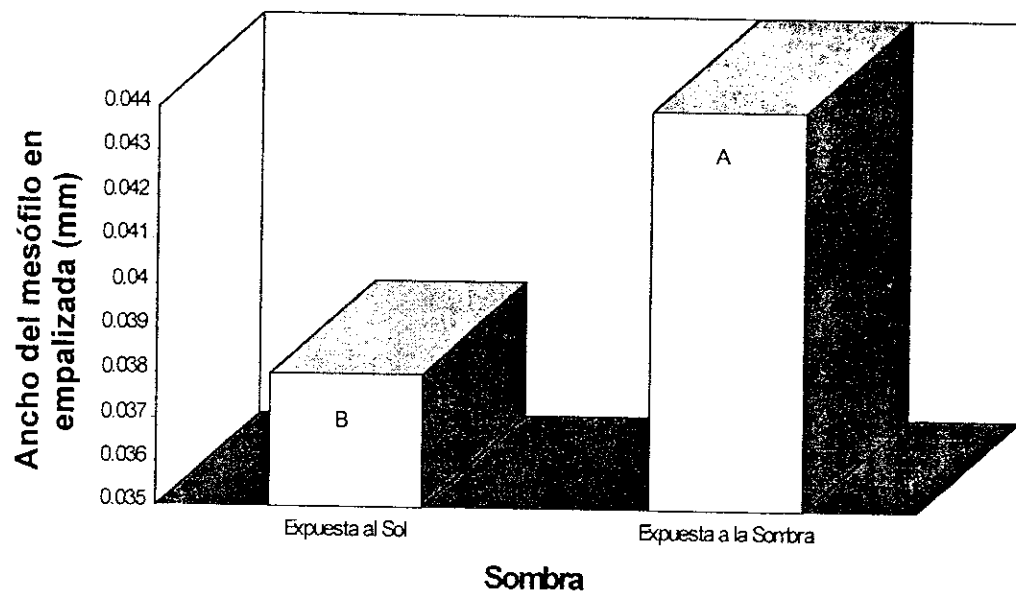


Figura No.16 Efecto promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

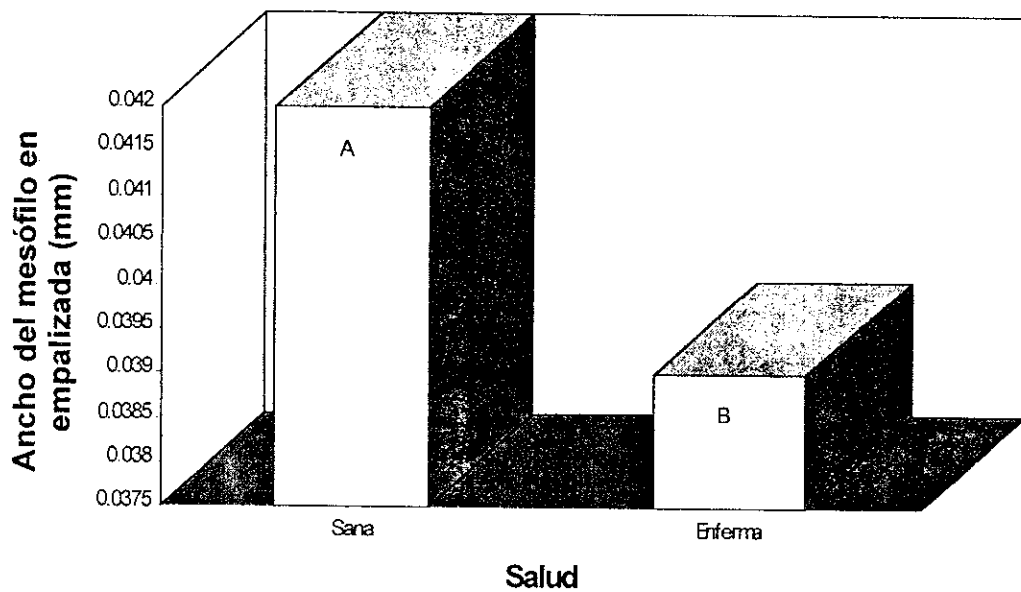


Figura No.17 Efecto promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

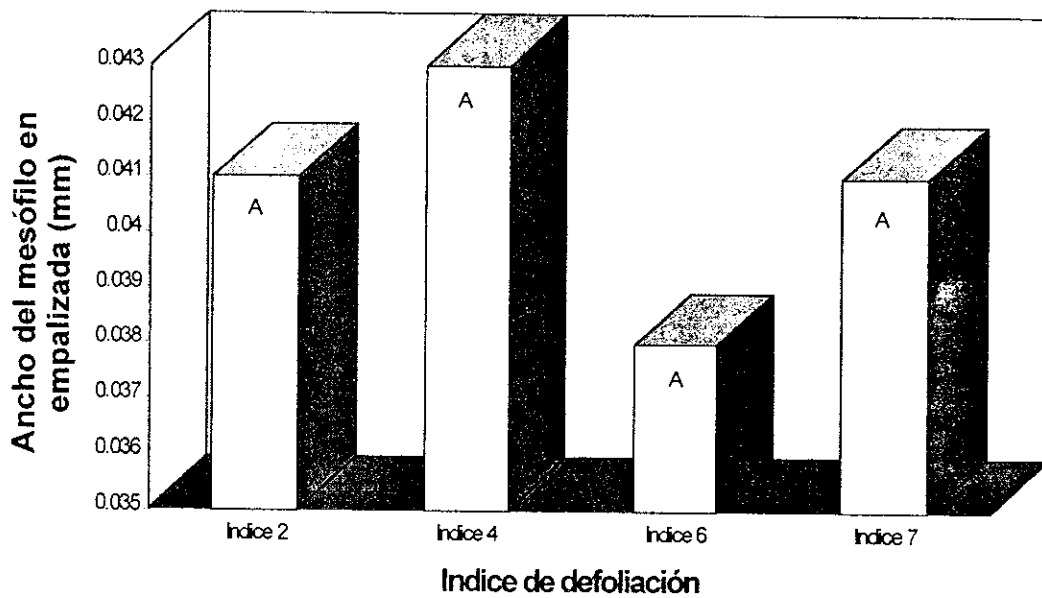


Figura No.18 Efecto promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

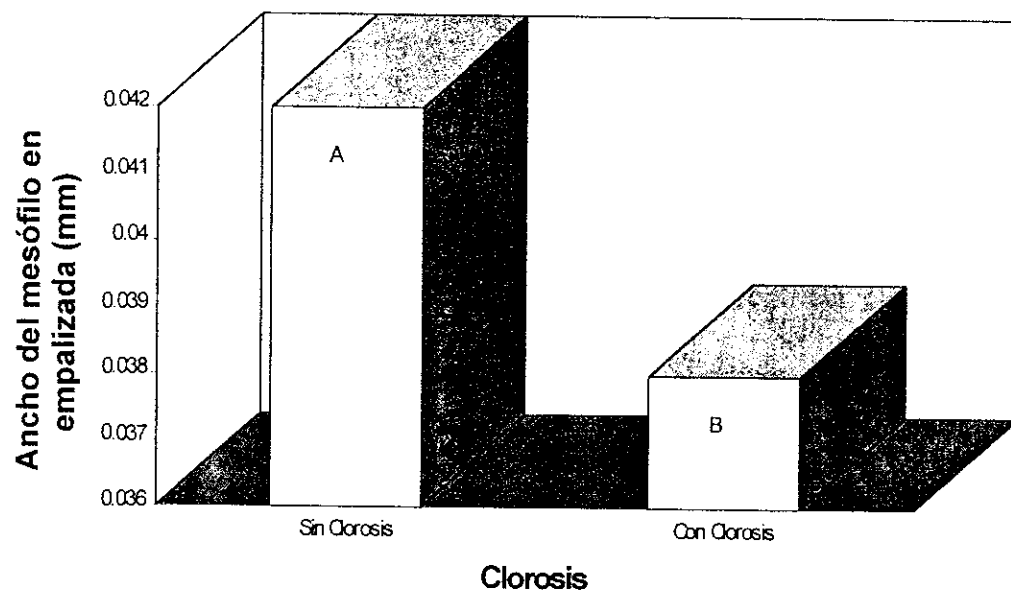


Figura No.19 Efecto promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

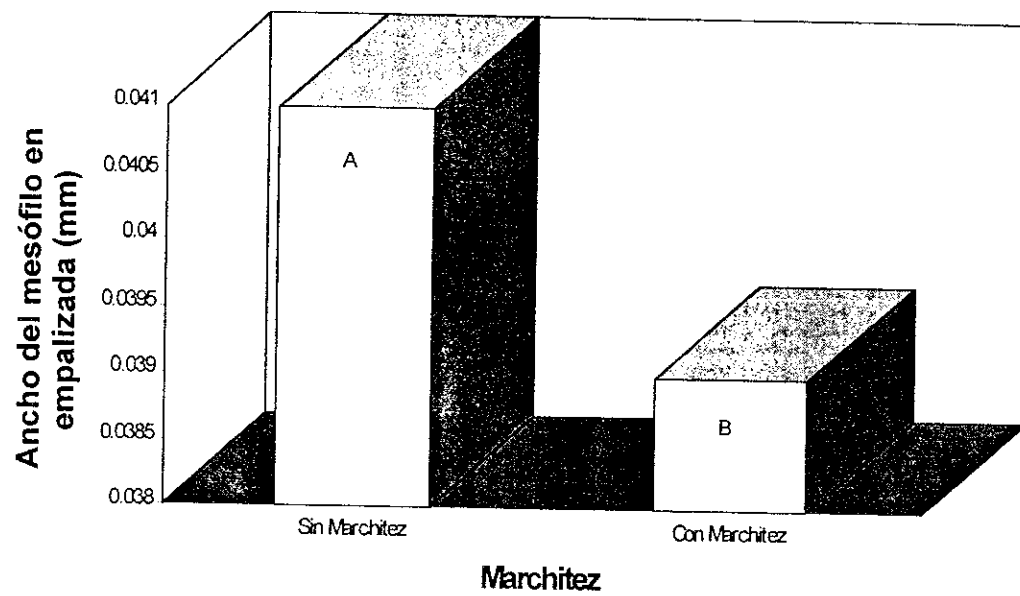


Figura No.20 Efecto promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DEL MESOFILO EN EMPALIZADA plantas (n=24), fincas (n=4)

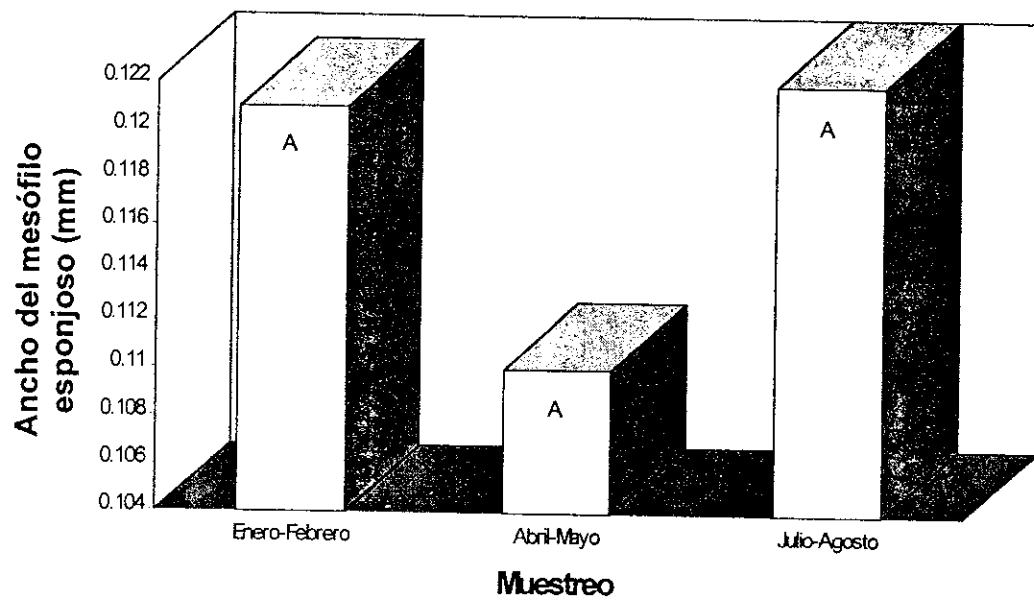


Figura No.21 Efecto promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

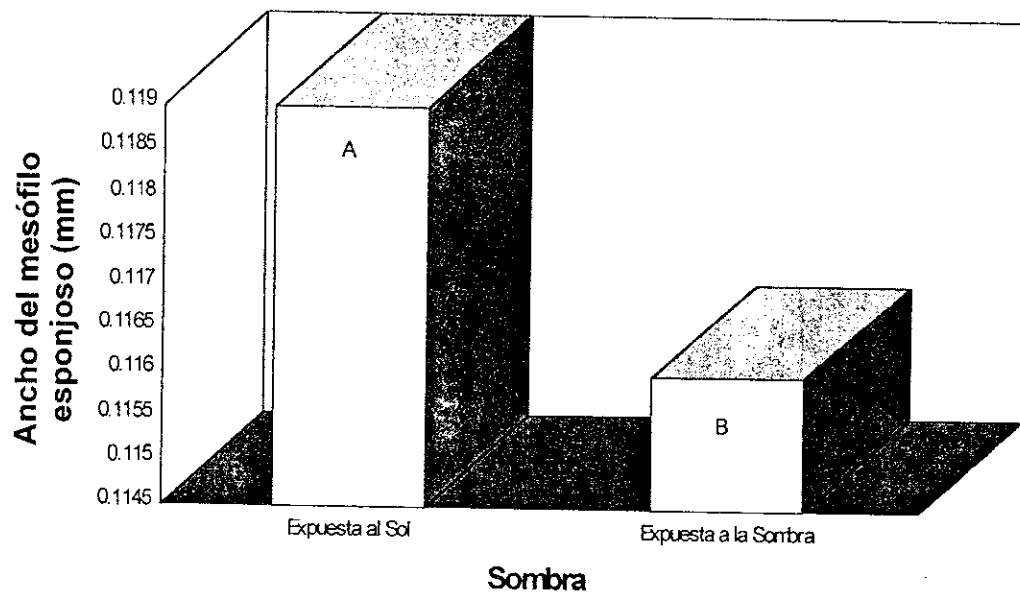


Figura No.22 Efecto promedio de la SOMBRA sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

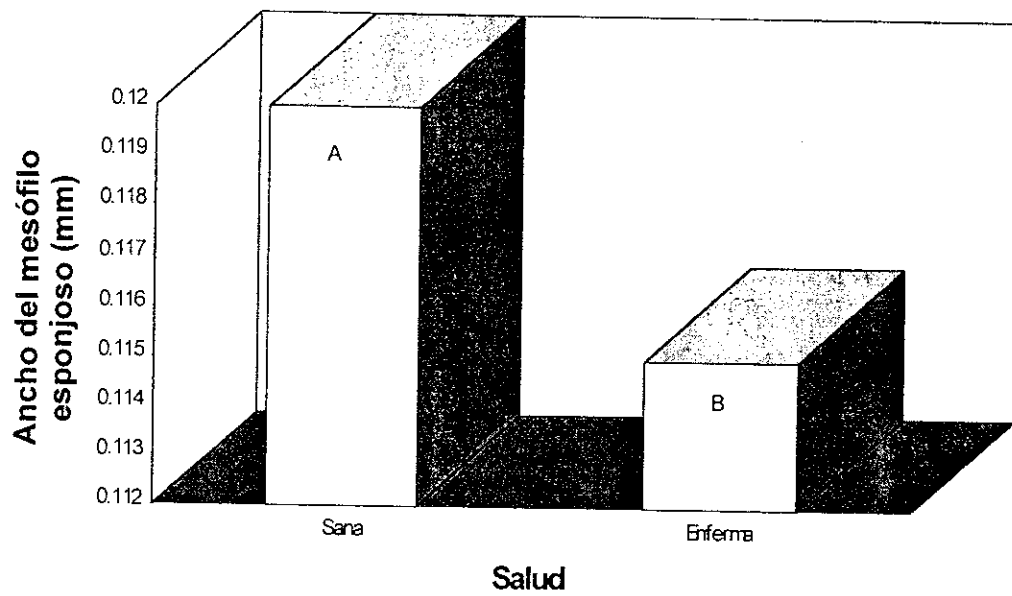


Figura No.23 Efecto promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

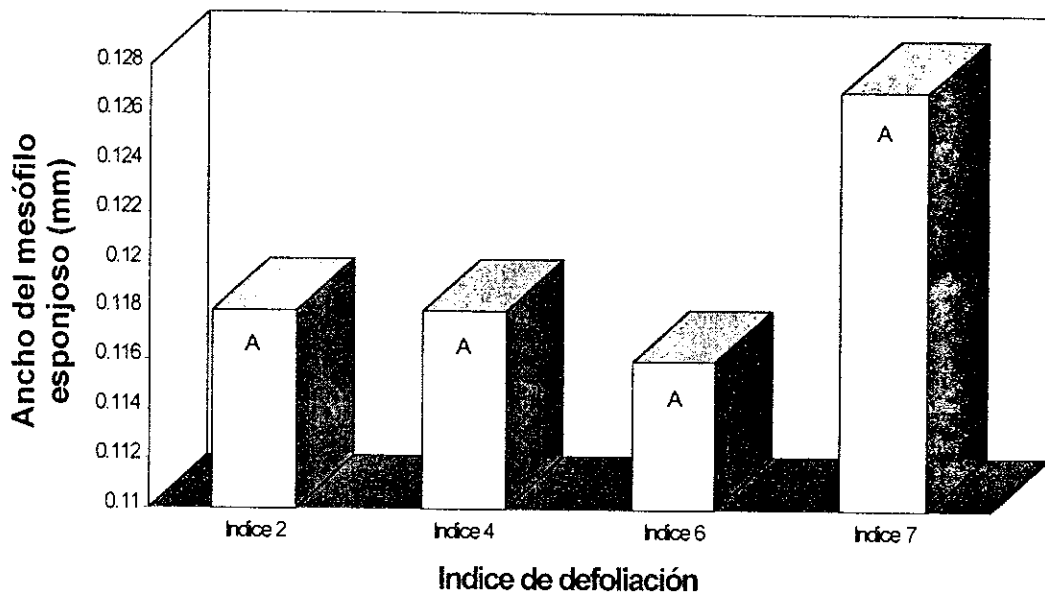


Figura No.24 Efecto promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

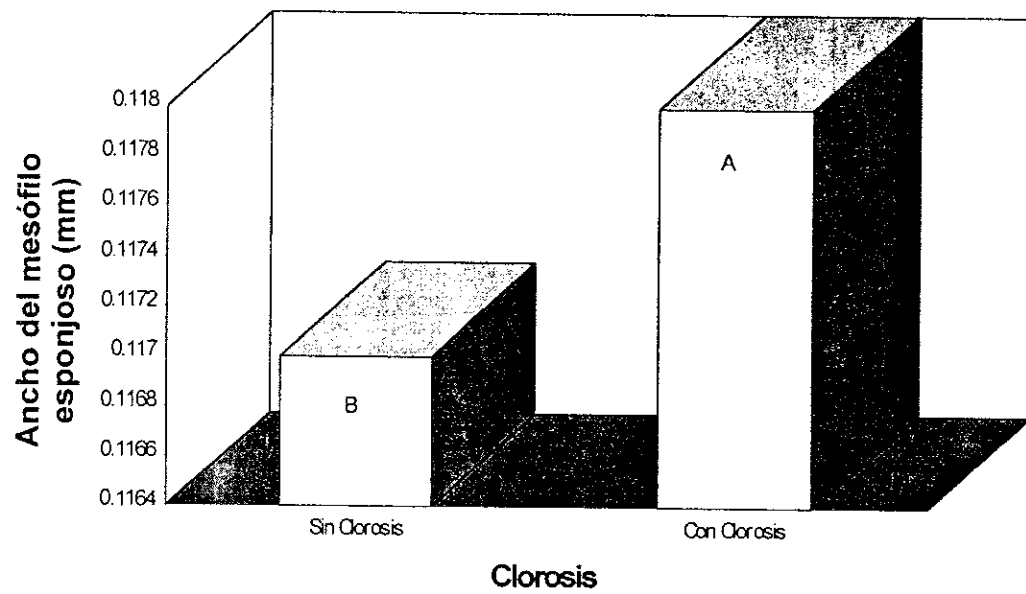


Figura No.25 Efecto promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

Los resultados obtenidos para las variables histológicas categóricas:

4. Condición del Mesófilo en empalizada:

El análisis estadístico demostró que no existen interacciones significativas entre la condición del mesófilo en empalizada y los factores de salud ($p > 0.1312$), sombra ($p > 0.4666$), índice de defoliación ($p > 0.9620$), clorosis ($p > 0.6052$) y marchitez ($p > 0.6090$), los efectos de salud y sombra combinados ($p > 0.7725$), los efectos de sombra por índice de defoliación ($p > 0.9916$), clorosis ($p > 0.5787$) y marchitez ($p > 0.9571$), los efectos de salud por índice de defoliación ($p > 1.000$), clorosis ($p > 0.6829$) y marchitez ($p > 0.7528$) (ver Tablas en Apéndice E) (ver Figuras en Apéndice G).

5. Condición del Mesófilo esponjoso:

El análisis estadístico demostró que existe una interacción significativa entre la condición del mesófilo esponjoso y el efecto de sombra ($p > 0.0547$) y que no existen interacciones significativas entre la condición del mesófilo esponjoso y los factores de salud ($p > 0.7840$), índice de defoliación ($p > 0.1550$), clorosis ($p > 0.7934$) y marchitez ($p > 0.3352$), los efectos de salud y sombra combinados ($p > 0.3465$) los efectos de sombra por índice de defoliación ($p > 0.6179$), clorosis ($p > 0.9998$) y marchitez ($p > 0.8058$), los efectos de salud por índice de defoliación ($p > 0.6215$), clorosis ($p > 0.6215$) y marchitez ($p > 0.9990$) (ver Tablas en Apéndice E) (ver Figuras en Apéndice G).

6. Número de cloroplastos del mesófilo esponjoso:

El análisis estadístico demostró que no existen interacciones significativas entre el número de cloroplastos del mesófilo esponjoso y los factores de salud ($p > 0.6830$), sombra ($p > 0.9873$) índice de defoliación ($p > 0.9995$), clorosis ($p > 0.9417$) y marchitez ($p > 0.5150$), los efectos de salud y sombra combinados ($p > 0.9873$), los efectos de sombra por índice de defoliación ($p > 1.000$), clorosis ($p > 0.5694$) y marchitez ($p > 0.4109$), los efectos de salud por índice de defoliación ($p > 1.000$), clorosis ($p > 0.7179$) y marchitez ($p > 0.0264$) (ver Tablas en Apéndice E)(ver Figuras en Apéndice G).

7. Número de amiloplastos del mesófilo esponjoso:

El análisis estadístico demostró que no existen interacciones significativas entre el número de amiloplastos del mesófilo esponjoso y los factores de salud ($p > 0.4908$), sombra ($p > 0.3327$) índice de defoliación ($p > 0.9837$), clorosis ($p > 0.1522$) y marchitez ($p > 0.1552$), los efectos de salud y sombra combinados ($p > 0.1659$), los efectos de sombra por índice de defoliación ($p > 0.9926$), clorosis ($p > 0.9539$) y marchitez ($p > 0.6179$), los efectos de salud por índice de defoliación ($p > 0.9839$), clorosis ($p > 0.7095$) y marchitez ($p > 0.6215$) (ver Tablas en Apéndice E) (ver Figuras en Apéndice G).

B. ANALISIS DEL CONTENIDO DE CLOROFILA

El contenido de clorofila mostró una interacción estadísticamente significativa con la época de muestreo ($p < 0.000$)(Figura No.27), con los factores de sombra ($p < 0.003$) (Figura

No.28), salud de la finca ($p < 0.041$) (Figura No.29) (Tablas 1-6, Apéndice D), con el índice de defoliación ($p < 0.000$) (Figura No.30), el índice de clorosis ($p < 0.000$) (Figura No.31) y con el índice de marchitez ($p < 0.000$)(Figura No.32)(Tablas 1-5, Apéndice F); mientras no mostró ninguna interacción significativa con los factores de salud de la finca y sombra combinados ($p > 0.268$) (Tablas 1-6, Apéndice D)(Figura No.33), con el número de cloroplastos del mesófilo esponjoso ($p > 0.2303$)(Figura No.34) ni con el número de amiloplastos del mesófilo esponjoso ($p > 0.822$)(Figura No.35)(Tablas 1-5, Apéndice F).

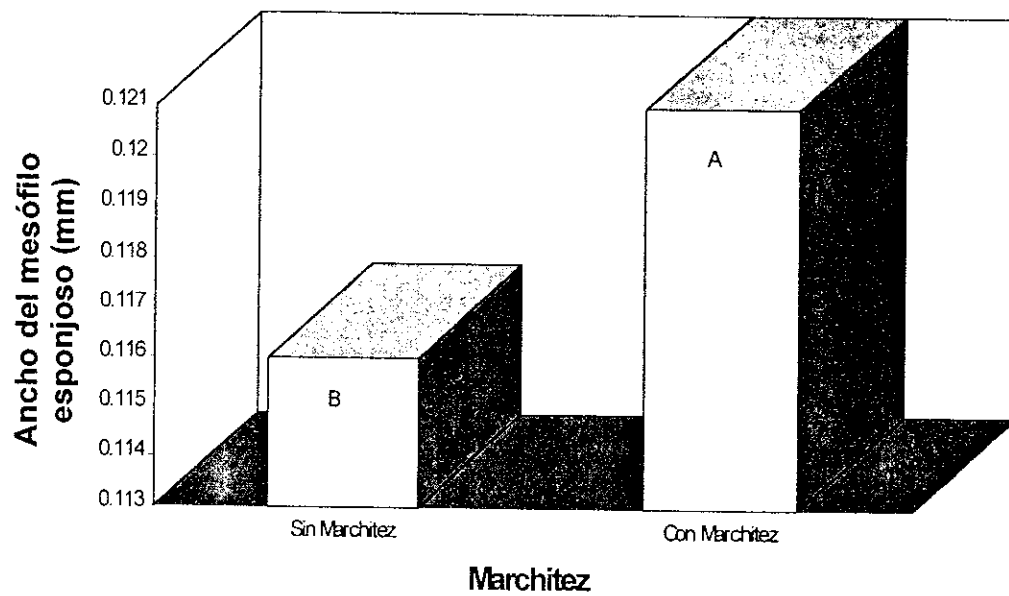


Figura No.26 Efecto promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el ANCHO DEL MESOFILO ESPONJOSO plantas (n=24), fincas (n=4)

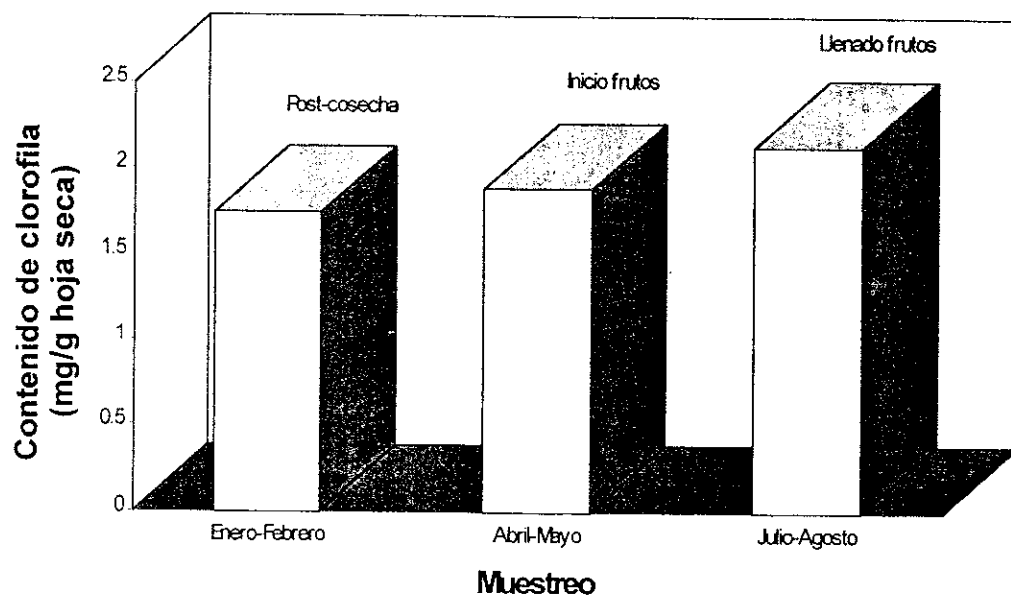


Figura No.27 Efecto promedio de la EPOCA DE MUESTREO sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

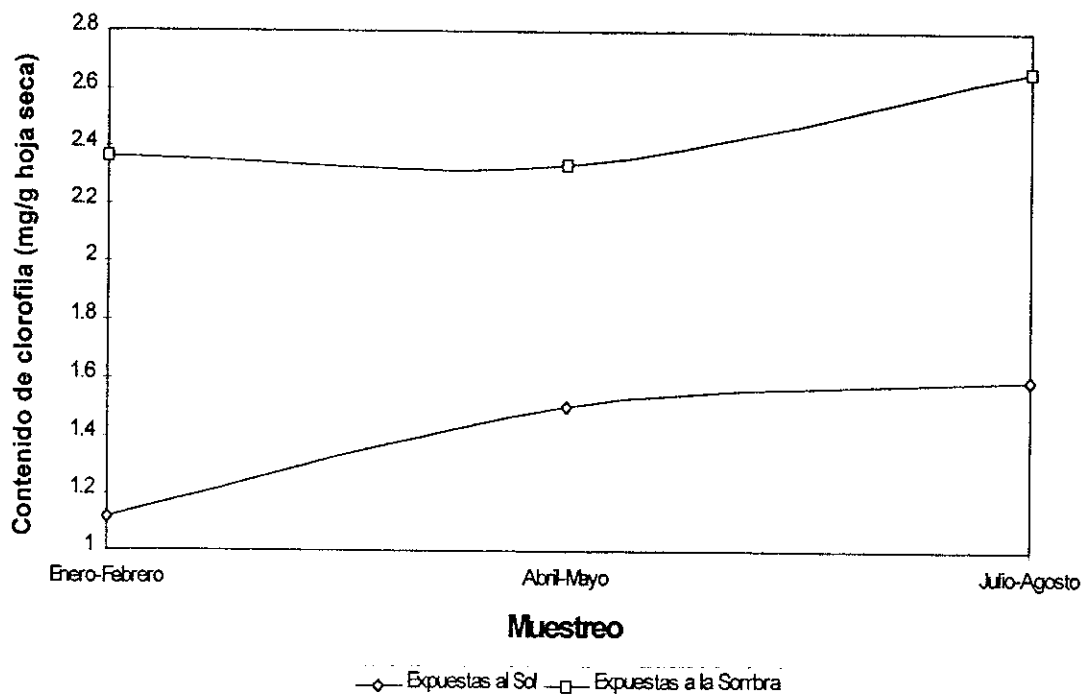


Figura No.28 Efecto promedio de la SOMBRA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

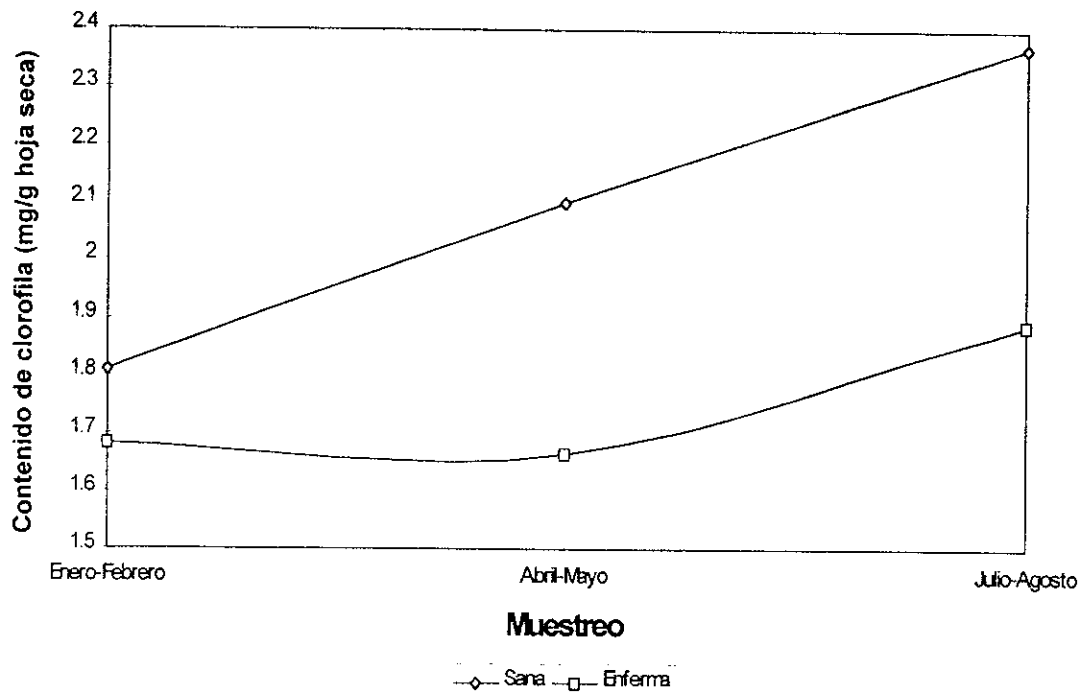


Figura No.29 Efecto promedio de la SALUD DE LA FINCA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

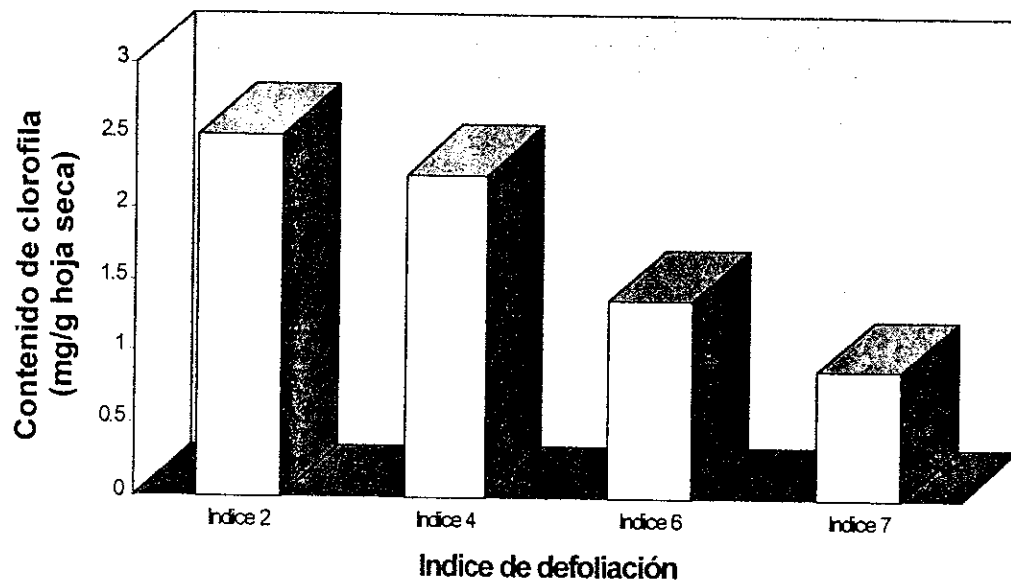


Figura No.30 Efecto promedio del INDICE DE DEFOLIACION sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

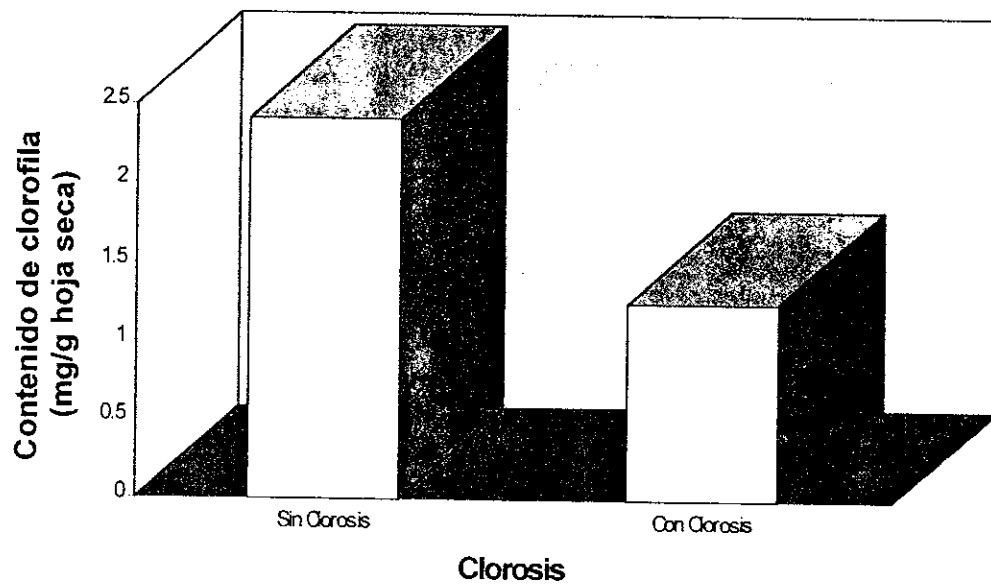


Figura No.31 Efecto promedio del INDICE DE CLOROSIS sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

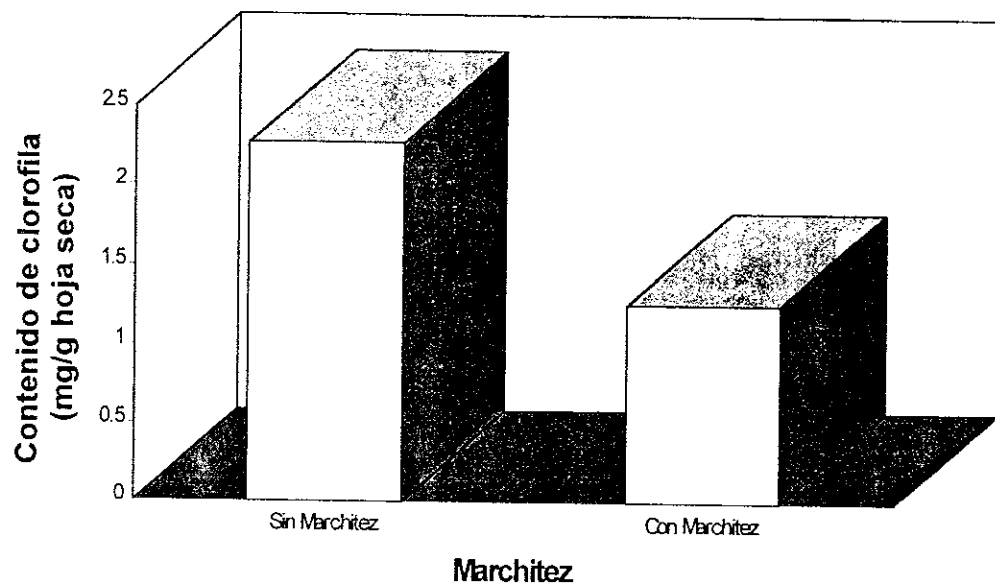


Figura No.32 Efecto promedio del INDICE DE MARCHITEZ sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

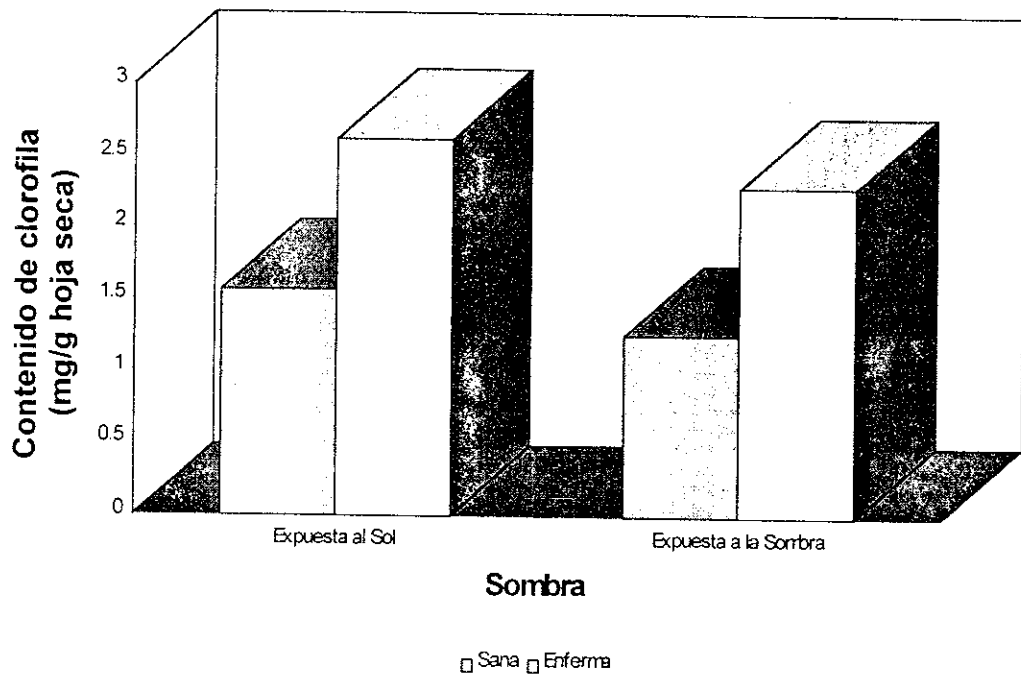
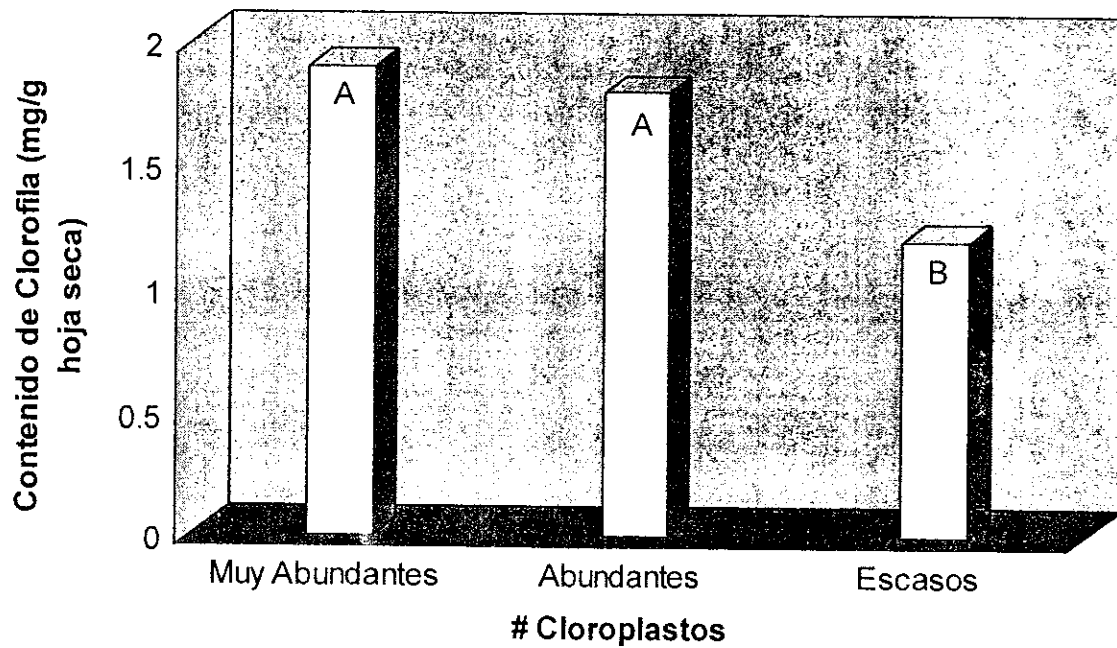


Figura No.33 Efecto promedio de la SOMBRA y la SALUD DE LA FINCA sobre el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)



Muy Abundantes: todas las células por campo con presencia de muchos.

Abundantes: presentes en todas las células por campo.

Escasos: presentes en menos de 5 células por campo.

Figura No.34 Relación entre el NUMERO DE CLOROPLASTOS DEL MESOFILO ESPONJOSO y el CONTENIDO DE CLOROFILA DE LA HOJA plantas (n=24), fincas (n=4)

VIII. DISCUSION

Los resultados obtenidos sugieren que el ancho de las hojas de plantas de café (Coffea arabica) se encuentra relacionado significativamente ($p < 0.000$) con la época de muestreo aumentando en el período de post-cosecha cuando la planta se recupera, disminuyendo en el período de inicio de frutos y manteniéndose en el período de llenado de frutos, posiblemente por la demanda metabólica distinta para cada etapa.

El ancho de la hoja se encuentra también relacionado con la sombra; según Salisbury & Ross (1992), existen plantas que no son de sombra y sin embargo se desarrollan en ella, adquiriendo sus hojas características muy similares a las hojas de plantas a la sombra. Las hojas de sombra tienden a ser más delgadas que las hojas de sol, puesto que éstas últimas desarrollan células del mesófilo en empalizada más largas. Sin embargo los resultados indican que las hojas de café expuestas a la sombra son más anchas que las expuestas al sol y que la diferencia observada (Figura No. 10) es significativa ($p < 0.001$).

La salud de la finca afecta también el ancho de las hojas de manera significativa, si bien en la Figura No. 8 las diferencias son muy sutiles.

Se intentó descubrir si existe alguna relación entre los diferentes índices de defoliación, clorosis y marchitez y el ancho de la hoja, y los resultados mostraron que el índice de defoliación sí afecta significativamente mientras que los índices de clorosis y marchitez no lo hacen.

Es importante hacer notar que el ancho de la hoja depende del ancho de las epidermis adaxial y abaxial, y del ancho de los mesófilos esponjoso y en empalizada. Y que estos a su vez dependen de las condiciones bajo las cuales se desarrollan. Este trabajo limitó el estudio a las

partes de la hoja que se observó mostraron ciertas diferencias al compararse entre todas. Es por eso que se analizaron solamente los dos tipos de mesófilo y sus componentes.

El ancho del mesófilo en empalizada se ve afectado por la época de muestreo de forma significativa ($p < 0.000$), mostrando básicamente la misma tendencia de comportamiento que se observa en el ancho de la hoja (Figura No. 15); de igual forma se ve afectado por la sombra, mientras que no sucede lo mismo cuando se analiza en base a la salud de la finca ($p > 0.144$) y en combinación de ambos factores ($p > 0.299$). Al analizar la influencia de los diferentes índices se observaron diferencias no significativas.

El mesófilo esponjoso muestra interacciones significativas con todas las variables exceptuando a los diferentes índices y a las variables de salud de la finca y sombra combinadas. Esto indica que no es posible caracterizar los distintos índices de la enfermedad de "Mal de Viñas" en base al ancho de la hoja y al ancho del mesófilo esponjoso y en empalizada.

Es importante hacer notar que cuando las hojas se exponen a la sombra, el ancho del mesófilo en empalizada es mayor, mientras que el ancho del mesófilo esponjoso es menor; ésto puede deberse a cierta capacidad de la planta de café de desarrollarse bajo condiciones que no sean totalmente adecuadas. Debido a que el café es fundamentalmente una planta de sombra, pero que se hace crecer bajo condiciones de sol para aumentar la productividad, es posible que sea capaz de desarrollar mecanismos de supervivencia especialmente durante su desarrollo (Salisbury & Ross, 1992), pues si bien es cierto que las plantas de sol tienden a desarrollarse mejor cuando se exponen a condiciones de sombra, también es posible que las plantas de sombra se adecúen a condiciones no extremas de sol.

Para aclarar mejor las relaciones entre los diferentes factores, se analizaron las relaciones de sombra, salud de la finca y los diferentes índices con la condición de los mesófilos en empalizada y esponjoso y con el número de cloroplastos y amiloplastos del mesófilo esponjoso. Se decidió que no se analizarían los cloroplastos y amiloplastos del mesófilo en empalizada porque éste se teñía demasiado y la coloración tan intensa no permitía observar con claridad los cloroplastos, mientras que debido a los espacios del mesófilo esponjoso, apreciar éstos organelos resultaba menos difícil.

Inicialmente se pensó que la condición y distribución de los cloroplastos o amiloplastos dentro del mesófilo además de su número podía dar alguna indicación de la salud de la planta, sin embargo no se encontraron interacciones significativas (ver Apéndice E) y aun en las gráficas generadas no se encontraron tendencias de ningún tipo (ver Apéndice G).

En éste análisis se encontró que exceptuando la interacción significativa entre la condición del mesófilo esponjoso y la sombra ($p < 0.0547$) (Figura No.42, Apéndice G), no se puede afirmar que el número de cloroplastos o amiloplastos, o las condiciones de ambos mesófilos sean buenos indicadores de la salud o enfermedad de la planta o finca.

Es interesante hacer notar que sin embargo, se notó cierta regularidad entre las hojas de sol, las cuales mostraban siempre menor número de espacios en el mesófilo esponjoso que las hojas de sombra. Posiblemente debido a que para evitar el daño por exceso de luz las células se agrupan más y así se protegen; lo cual sería un indicio de la capacidad del café para desarrollarse bajo otras condiciones.

En cuanto al contenido de clorofila, éste parece ser un indicador más fiel en cuanto a la salud de la finca, época de muestreo e incluso los distintos índices. De acuerdo al análisis estadístico

existe una interacción entre el contenido de clorofila y la exposición al sol o a la sombra, mostrando un mayor contenido de clorofila las hojas de plantas expuestas a la sombra, como era de esperar debido a que las hojas de plantas de sombra poseen en sus cloroplastos mayor número de grana y se arreglan por fototaxis, lo cual permite que aprovechen mejor cualquier cantidad de luz solar incidente (Salisbury & Ross, 1992).

El contenido de clorofila guarda también una relación significativa con la salud de la finca siendo mayor en fincas sanas que en fincas enfermas con "Mal de Viñas", mientras que ambos efectos combinados (salud de la finca y sombra) no mostraron diferencias significativas, aunque de acuerdo a la Figura No.27 existe cierta tendencia de asociación entre dichas variables.

El efecto del tiempo es clarísimo en la Figura No.24 y es además estadísticamente significativo, indicando que el contenido de clorofila aumenta en la etapa de inicio de frutos y alcanza su máximo nivel en la época de llenado de frutos. Estos resultados indican que la capacidad fotosintética de las hojas aumenta desde el mes de Abril hasta el mes de Agosto, independientemente de la salud de la finca; sin embargo los estudios realizados para el contenido de carbohidratos (Tay, 1993) indican que es en fincas sanas, donde en esta época aumenta el número de carbohidratos y no en fincas enfermas.

Esta contradicción puede deberse a que en el diseño experimental se escogieron dos fincas sanas (San Isidro y Morán) totalmente fuera del área enferma con "Mal de Viñas" y dos enfermas (Pocitos y Naranjito) donde estaban montados experimentos de sol y sombra, encalado y no encalado, sin embargo, al momento de graficar los datos se encontró que Pocitos considerada una finca enferma con "Mal de Viñas" se comportaba más como una finca sana.

El contenido de clorofila aparentemente es un indicador más fiel de los distintos índices de defoliación, puesto que el índice 2 posee más clorofila, que el 4, éste a su vez más que el 6 y éste más que el 7. Este sería un posible diagnóstico a realizar sobre plantas presumiblemente enfermas con el Síndrome, conociendo la cantidad de clorofila de cada planta.

Sin embargo, el análisis que involucraba al número de cloroplastos y amiloplastos presentes y el contenido de clorofila no mostró diferencias significativas ($p > 0.2303$ y $p > 0.8222$), lo cual es contradictorio, puesto que se esperaba un mayor número de cloroplastos a mayor contenido de clorofila y por consiguiente un mayor número de amiloplastos. Una explicación posible para este fenómeno es: 1) que debido a que histológicamente se analiza únicamente una porción de una sola hoja, ésta no sea representativa de la totalidad, mientras que el contenido de clorofila se analizó tomando varias hojas.

2) que los niveles de comparación son completamente distintos puesto que la histología es una técnica microscópica, mientras la determinación de clorofila es una técnica macroscópica.

IX. CONCLUSIONES

1. El ancho de la hoja es mayor en hojas de plantas de café (Coffea arabica) expuestas a la sombra y provenientes de fincas sanas, que el ancho de hojas de plantas expuestas al sol y provenientes de fincas enfermas con "Mal de Viñas".
2. El ancho de la hoja de plantas de café (Coffea arabica) se ve influenciado por la época de muestreo y el índice de defoliación, mientras que los índices de clorosis y marchitez no la afectan.
3. El ancho del mesófilo en empalizada es mayor en hojas de plantas de café (Coffea arabica) expuestas a la sombra y provenientes de fincas sanas que el ancho de hojas de plantas expuestas al sol y provenientes de fincas enfermas con "Mal de Viñas".
4. El ancho del mesófilo en empalizada de las hojas de plantas de café (Coffea arabica) se ve influenciado por la época de muestreo, pero no por los índices de defoliación, clorosis y marchitez.
5. El ancho del mesófilo esponjoso es menor en hojas de plantas de café (Coffea arabica) expuestas a la sombra y provenientes de finca sanas que el ancho de hojas de plantas expuestas al sol y provenientes de fincas enfermas con "Mal de Viñas".
6. El ancho del mesófilo esponjoso de hojas de plantas de café (Coffea arabica) se ve influenciado por la época de muestreo, pero no por los distintos índices de defoliación, clorosis y marchitez.

- 7.. Ninguna de las variables histológicas categóricas analizadas: Condición del mesófilo en empalizada, condición del mesófilo esponjoso, número y condición de cloroplastos y número y condición de amiloplastos, pueden ser utilizadas como variables que describan o identifiquen el "Mal de Viñas".
8. Al utilizar el contenido de clorofila como una característica que distinga el "Mal de Viñas" , ésta muestra diferencias significativas entre los diferentes índices de defoliación, salud de la finca y sombra en el transcurso del tiempo.
9. El índice de defoliación 2 posee mayor contenido de clorofila que el índice de defoliación 4, éste a su vez de mayor contenido de clorofila que el 6 y el 7.
10. De acuerdo al comportamiento de las fincas se presume que Pocitos ya no debe ser considerado como una finca enferma con "Mal de Viñas", sino como una finca recuperada.
11. Las dos técnicas usadas no son comparables, puesto que una posee un enfoque microscópico y la otra un enfoque macroscópico.

X. RECOMENDACIONES

1. Hacer muestreos en fincas sanas y enfermas con "Mal de Viñas) para correlacionar el contenido de clorofila con el contenido de carbohidratos no estructurales sobre las mismas plantas.
2. Perfeccionar el método de determinación de clorofila para hacerlo más eficiente y rápido, y poder utilizarlo como una variable de identificación de los diferentes índices de defoliación.
3. Utilizar el ancho de la hoja y el ancho del mesófilo en empalizada y esponjoso como variables que indiquen la salud de la planta.
4. Analizar histológicamente otras partes de la planta de café (Coffea arabica) para determinar si existen algunas otras características histológicas que puedan ayudar a diagnosticar el "Mal de Viñas).

XI. BIBLIOGRAFIA

Accorsi, W.; H. Haag. 1959. "Alteracoes morfológicas e citológicas do cafeeiro cultivado em solucao nutritiva, decorrentes das deficiencias e excessos dos macronutrientes". Rev. Café Portugués. (613): 5-19p.

Andreo, C. 1984. Fotosíntesis. Serie de Monografias de la OEA: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Argentina. 64pp.

Clark, G. 1981. Staining Procedures. 4th. ed. Williams & Wilkins Company. Baltimore, U.S.A. 512pp.

Bidwell, R. 1990. Fisiología vegetal. 1a. ed. A.G.T.Editor S.A. Mexico D.F. 784pp.

Brandwein, P.; R. Burnett , R. Stollberg. 1970. Biología: La vida, sus formas y sus cambios. 1a. ed Publicaciones Cultural S.A., México. 563pp.

Bold, H.C. 1973. Morphology of Plants. 3rd. ed. Harper & Row Publishers. U.S.A. 668pp.

Clifford, M.; K.C. Willson. 1985. Coffe: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. 1st. ed. Croom Helm Co., U.S.A. 229pp.

Cobley, L. 1976. An Introduction to the Botany of Tropical Crops. 2nd. ed. Longman, U.S.A. 370pp.

Flores, E. 1989. La planta: Estructura y función. 1a. ed. Editorial Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. 501pp.

Gaffron, H. 1974. Fotosíntesis. 1a. ed. Compañía Editorial Continental. México D.F. 36pp.

García, A. 1989. "Mal de Viñas: informe preliminar", en Memoria técnica del primer seminario taller sobre estudios del Mal de Viñas del cafeto. ANACAFE. 165-176pp.

Ortíz, O. 1973. Manual de suelos y fertilización del café. Asociación Nacional del Café. Guatemala. 89pp.

Ray,P. 1977. La planta viviente. 2a. ed. Compañía Editorial Continental S.A. México, D.F. 272pp.

Revista cafetalera. (1991). Asociación Nacional del Café, Guatemala. No.313, enero-febrero. p37.

Richardson, W. 1978. Plants, Agriculture & Human Society. 1st. ed. W.A. Benjamin, Inc., U.S.A. 353pp.

Salisbury, F.B.; C.W. Ross. 1978. Plant Physiology. 1st. ed. Wadsworth Publishing Company. U.S.A. 422pp.

Sass, J. 1958. Botanical Microtechnique. 3rd. ed. Iowa State College Press. Iowa, U.S.A. 228pp.

Tay, K. Cuantificación de carbohidratos no estructurales y su relación con el Mal de Viñas del café. Tesis sección de Bioquímica. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 1993. 153pp.

MacVean, C. 1992. Causas y naturaleza del Mal de Viñas en cafetos de Guatemala. Asociación Nacional del Café. Guatemala. 13pp.

Fuentes terciarias revisadas:

AGRICOLA, base de datos que es recopilación de materiales en la Agricultural National Library de los Estados Unidos (1984-1991). Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Guatemala. (En disco compacto).

Base de datos del proyecto Mal de Viñas, Universidad del Valle de Guatemala.

APENDICE A

Metodología completa para análisis histológico y de contenido de clorofila

Método para determinación de clorofila total modificado del AOAC (Official Methods of Analysis)

Determinación

1. Seleccionar cuidadosamente una porción de hojas de las recolectadas para asegurar una muestra representativa, y picarlas finamente.
2. Secar las hojas ya picadas en un horno de convección a 60°C durante 1 hora. Pesar 25mg de material seco en un beaker de 50ml, agregar 10ml de una solución de acetona al 85% (v/v) y extraer la clorofila con un homogenizador.
3. Filtrar por gravedad hacia un balón volumétrico de 50ml, sin perder el residuo, extraer y lavar como antes, repetir el procedimiento con más acetona al 85% (v/v) hasta que el tejido pierda su color verde, y los lavados sean incoloros.
4. Cuando la extracción sea completa diluir a volumen con acetona al 85% (v/v). Añadir aproximadamente 50mg de sulfato de sodio anhidro en un vial de 20 ml, pipetear una alícuota de 4 ml de la solución de pigmento y diluir con 10 ml de éter anhidro para dar un valor de A entre 0.2 y 0.8 a 660nm.
5. Medir la A de la solución con un espectrofotómetro a 660 y 645nm, llenando dos celdas espectrofotométricas con éter seco para calibrar el aparato usándolas como blanco. Vaciar una celda y llenarla con la solución seca de éter y pigmento y leer la A. Si los máximos no corresponden a las longitudes de onda dadas, leer en las longitudes de onda corridas donde se obtengan los máximos; y calcule la concentración de clorofila en mg/L:

$$C \text{ Total} = 7.12 A_{660} + 16.8 A_{642.5}$$

6. Calcular la clorofila total en mg clorofila/g de hoja como sigue:

$$\text{clorofila mg/L} * \frac{50 \text{ ml sol.}}{25 \text{ mg hoja}} * \frac{1000 \text{ mg hoja}}{1 \text{ g hoja}} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} =$$

Procedimiento de histología

Fijación

1. Inmediatamente después de cortar la hoja colocarla en un recipiente cerrado con una solución de glutaraldehído al 4%, para proceder a fijar el tejido con el menor daño posible a sus estructuras.
2. Al llegar al laboratorio cortar las hojas colectadas en pequeñas partes y renovar el glutaraldehído de los recipientes para terminar de fijar el tejido. Dejar reposar durante 2 semanas en refrigeración a 4°C.
3. Posteriormente para que la fijación resulte bien debe deshidratarse el tejido cambiándolo por etilenglicol (metilcelosolve) donde se mantendrá por tres días, utilizando vacío.

Infiltración:

1. De los pedazos de hoja previamente fijados y deshidratados se escogen los pedazos a infiltrar y se colocan en un vial que contiene aproximadamente 3 ml de etanol con eosina, donde deben permanecer por un período de 12 horas en refrigeración a 4°C.
2. Luego del tiempo indicado se colocan los viales con el tejido en etanol con eosina en una campana de vacío durante 30 minutos.
3. Posteriormente se sustituye el etanol con eosina por etanol puro y se colocan los viales en la campana de vacío durante 20 minutos.
4. Durante los 20 minutos de vacío se prepara una mezcla etanol-xilol (1:1) y luego se cambian los tejidos a dicha mezcla donde se dejan durante 15 minutos sin vacío a temperatura ambiente.
5. El siguiente paso es colocar dos veces los tejidos en xilol puro sin vacío durante 15 minutos, lo que hace un total de 30 minutos.
6. Durante los 30 minutos anteriores se debe mezclar xilol puro en una proporción (1:1) con parafina líquida, la cual está previamente colocada en viales dentro de un horno de convección entre 56 y 60°C, cuidando de no contaminar con xilol otros viales con parafina colocados dentro del horno.

7. Colocar los tejidos dentro de los viales con xilol- parafina y dejar 15 minutos, transfiriéndolos con pinzas calientes utilizando para ello un mechero que debe encontrarse siempre cerca del horno cuando éste se encuentre abierto.
8. Luego de los 15 minutos transferir los tejidos a los viales que contienen parafina pura, siempre con las pinzas calientes y el mechero encendido, y encender el vacío que debe estar conectado al horno para evitar burbujas de aire dentro de los tejidos. (Cuidar de descartar la mezcla de xilol-parafina (1:1) para evitar accidentes al conectar el vacío con xilol dentro del horno)
9. Repetir el procedimiento transfiriendo los tejidos a una nueva parafina. Al terminar llenar una caja Petri con parafina líquida fuera del horno, esperar que se forme una película sólida en la parte de abajo de la caja y con las pinzas calientes y el mechero cerca transferir en orden los tejidos a la caja, esperar que solidifique y dejar en refrigeración a 4°C durante una noche.
10. Luego de infiltrados los tejidos se procede a colocarlos sobre cubos de madera de aproximadamente 2 cm por lado. Los tejidos que ya se encuentran dentro de bloques de parafina se cortan en forma de cubos y se pegan sobre los cubos de madera utilizando parafina caliente como pegamento.

Corte

1. Cuando se han enfriado los bloques sobre los cubos se procede a cortar los tejidos con el micrótopo, colocando los bloques de forma que el tejido quede al frente.
2. Los cortes deben hacerse de un grosor de 5µm, logrando obtener un listón de parafina con tejido en el centro.

Montaje

1. El listón de parafina y tejido obtenido se corta en varios pedazos utilizando un pincel y unas pinzas. Los pedazos cortados se sumergen en un baño de agua a 37°C para que se estiren.
2. Una vez estirados se montan dentro del agua utilizando portaobjetos previamente untados con albúmina como pegamento y se colocan en una plancha caliente para secarlos y proceder a colorearlos.

Coloración

1. Una vez secas las láminas se colorean con distintas tinciones dependiendo de lo que se quiere observar en el microscopio. En general los pasos a seguir son, un inicio con xilol, para remover la parafina, luego se pasa por diferentes etanoles iniciando con etanol al 100%, etanol al 95% y etanol al 70%.

2. Posteriormente sigue la tinción con el colorante y el contraste, siguiendo otra serie de etanoles iniciando con etanol al 70%, etanol al 95% y etanol al 100% y finalizando con xilol.

Soluciones para histología

1. Solución de glutaraldehído

Solución de glutaraldehído al 50% 4.0 ml
Buffer de fosfatos 0.2 M 100.0 ml
El pH debe ser de 7.4, y guardarse en refrigeración.

2. Buffer de fosfatos 0.2 M:

Soluciones:

1. Fosfato de sodio monobásico
 27.6 g en 1000 ml de agua destilada
2. Fosfato de sodio dibásico heptahidratado
 53.6 g en 1000 ml de agua destilada

Mezclar 19.0 ml de la solución #1 con 81.0 ml de la solución #2 para pH de 7.4.

3. Azul de toluidina:

Azul de toluidina O 0.1 g
Buffer MacIlvaine 100.0 ml
El pH debe caer entre 6.8 y 7.2.

4. Buffer MacIlvaine:

1. Acido cítrico (anhidro) 0.1 M
 19.212 g en 1000 ml de agua destilada
2. Fosfato disódico (anhidro) 0.2 M
 28.396 g en 1000 ml de agua destilada

Mezclar 3.53 ml de la solución #1 con 16.47 ml de la solución #2, para obtener un pH de 7.

Procedimiento:

Sumergir las láminas ya montadas con el tejido en los frascos de Coplin durante el tiempo indicado:

Xilol-1.....5 min
Xilol-2.....5 min
Etanol al 100%.....3 min
Etanol al 95%.....2 min
Etanol ácido al 70%.....1 min
Azul de toluidina.....5 min

Agua.....	Dip
Etanol al 70%.....	2 min
Etanol al 95%.....	2 min
Etanol al 100%.....	2 min
Etanol-Xilol.....	3 min
Xilol-1.....	5 min
Xilol-2.....	5 min

Resultados:
núcleo (azul)
citoplasma (verde gris)
gránulos celulares (azul violeta)

PAS:

Reactivos:

ACIDO PERYODICO

Acido peryódico	0.6 g
Acido nítrico	0.3 ml
Agua destilada	100.0 ml

REACTIVO DE SCHIFF

Fucsina básica	0.5-1.0 g
Metabisulfito de sodio	1.9 g
HCl 1N	15.0 ml
Agua destilada	85.0 ml

Colocar todo en un recipiente con aproximadamente 50 a 60 ml de espacio libre, agitar por dos horas o por toda la noche. Agregar 200 mg de carbón activado y agitar ocasionalmente por un minuto, filtrar al vacío. Si la solución no es blanca como agua el carbón es viejo, probar otro lote y refiltrar. Guardar el reactivo en un recipiente cerrado con un mínimo de espacio libre en el refrigerador

METABISULFITO DE SODIO

Metabisulfito de sodio	0.5 g
Agua destilada	100.0 ml

FAST-GREEN (FCF)

FCF	0.1 g
Etanol absoluto	100.0 ml

Procedimiento:

Sumergir las láminas ya montadas con el tejido en los frascos de Coplin durante el tiempo indicado:

Xilol-1.....	5 min
Xilol-2.....	5 min
Etanol-Xilol.....	3 min
Etanol al 100%.....	3 min
Etanol al 95%.....	2 min
Etanol al 70%.....	1 min
Agua.....	Dip
Acido peryódico.....	5 min
Reactivo de Schiff.....	10 min
Agua.....	Dip
Metabisulfito de sodio1..	2 min
Metabisulfito de sodio2..	2 min
Metabisulfito de sodio3..	2 min
Agua.....	Dip
Etanol al 70%.....	2 min
Etanol al 95%.....	2 min
Etanol al 100%.....	2 min
Etanol-Xilol.....	3 min
Xilol-1.....	5 min
Xilol-2.....	5 min

Resultados:

núcleo (verde)
amiloplastos (rojos)

Hematoxilina-eosina:

Reactivos:

HEMATOXILINA DE EHRLICH

Hematoxilina	2.0 g
Etanol al 100%	100.0 ml
Glicerina	100.0 ml
Agua destilada	100.0 ml
Alúmina de amonio	3.0 g

Dejar reposar durante 6 a 8 semanas o para uso inmediato agregar 0.24 g de yodato de sodio. Añadir 100 ml de ácido acetico glacial. Dura por años.

EOSINA

Eosina	1.0 g
Alcohol al 70%	1000.0 ml
Acido acético glacial	5.0 ml

SOLUCION DE SCOTT

Bicarbonato de sodio	2.0 g
Sulfato de magnesio	20.0 g
Agua destilada	1000.0 ml

Procedimiento:

Sumergir las láminas ya montadas con el tejido en los frascos de Coplin durante el tiempo indicado:

Xilol-1.....	5 min
Xilol-2.....	5 min
Etanol al 100%.....	3 min
Etanol al 95%.....	2 min
Etanol ácido al 70%.....	1 min
Azul de toluidina.....	5 min
Agua.....	Dip
Etanol al 70%.....	2 min
Etanol al 95%.....	2 min
Etanol al 100%.....	2 min
Etanol-Xilol.....	3 min
Xilol-1.....	5 min
Xilol-2.....	5 min

Resultados:

núcleo (azul oscuro)
Estructuras citoplásmicas (rosadas)

APENDICE B

Indices de Defoliación

El índice de defoliación usado para este análisis 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 estudiadas, se vio que era innecesario emplear todos los niveles del índice y que era más práctico reducirla a sus niveles pares. (Tay, 1993)

APENDICE C

Datos brutos de histología y contenido de clorofila

CLAVE PARA LOS DATOS DE HISTOLOGIA Y CLOROFILA

VARIABLES:

MUESTREO = Número de muestreo

FCA = Finca analizada

SALUD = Condición de la finca

SOMBRA = Exposición a la sombra

I1 = Índice de defoliación

I2 = Índice de clorosis

I3 = Índice de marchitez

MUESTRA = Número de muestra

PROMCLO = Promedio del contenido de clorofila
(mg/g hoja seca)

C1 = Coloración de Azul de Toluidina

C2 = Coloración de Hematoxilina-Eosina

C3 = Coloración de PAS

C3B = Coloración de PAS con buffer

C3A = Coloración de PAS con amilasa

ANCHO = Ancho de la hoja (mm)

MESOEM = Ancho del mesófilo en empalizada (mm)

PMESOEM = Porcentaje del mesófilo en empalizada

MEES = Ancho del mesófilo esponjoso (mm)
PMEEES = Porcentaje del mesófilo esponjoso
EPAD = Ancho de la epidermis adaxial
PEPAD = Porcentaje de la epidermis adaxial
EPAB = Ancho de la epidermis abaxial
PEPAB = Porcentaje de la epidermis abaxial
COND1 = Condición de la epidermis adaxial
COL1 = Coloración de la epidermis adaxial
COND2 = Condición del mesófilo esponjoso
COL2 = Coloración del mesófilo esponjoso
NO1 = Número de núcleos del mesófilo esponjoso
COND3 = Condición de núcleos del mesófilo esponjoso
COL3 = Coloración de núcleos del mesófilo esponjoso
NO2 = Número de cloroplastos del mesófilo esponjoso
COND4 = Condición de cloroplastos del mesófilo esponjoso
COL4 = Coloración de cloroplastos del mesófilo esponjoso
NO3 = Número de amiloplastos del mesófilo esponjoso
COND5 = Condición de amiloplastos del mesófilo esponjoso
COL5 = Coloración de amiloplastos del mesófilo esponjoso
COND6 = Condición de la epidermis abaxial
COL6 = Coloración de la epidermis abaxial
NO4 = Número de núcleos de la epidermis abaxial

- COND7 = Condición de núcleos de la epidermis abaxial
- COL7 = Coloración de núcleos de la epidermis abaxial
- ESTO = Presencia o ausencia de estomas
- COND8 = Condición del mesófilo en empalizada
- COL8 = Coloración del mesófilo en empalizada
- NO5 = Número de núcleos del mesófilo en empalizada
- COND9 = Condición de núcleos del mesófilo en empalizada
- COL9 = Coloración de núcleos del mesófilo en empalizada
- NO6 = Número de cloroplastos del mesófilo en empalizada
- COND10 = Condición de cloroplastos del mesófilo en empalizada
- COL10 = Coloración de cloroplastos del mesófilo en empalizada
- NO7 = Número de amiloplastos del mesófilo en empalizada
- COND11 = Condición de amiloplastos del mesófilo en empalizada
- COL11 = Coloración de amiloplastos del mesófilo en empalizada
- COND12 = Condición de haces vasculares
- COL12 = Coloración de haces vasculares

Muestreo No.	Fecha
1	Enero-Febrero de 1994
2	Abril-Mayo de 1994
3	Julio-Agosto de 1994

Finca No.	Nombre de la Finca
1	San Isidro
2	Pocitos
3	Naranjito
4	Moran

CODIGOS DE CLASIFICACION

NUMERO

1. Muy Abundantes: todas las células con presencia de muchos núcleos, cloroplastos o amiloplastos.
2. Abundantes: todas las células con presencia de algunos núcleos, cloroplastos o amiloplastos.
3. Regulares: núcleos, cloroplastos o amiloplastos presentes por lo menos en cinco células por campo.
4. Escasos: presencia de núcleos, cloroplastos o amiloplastos en menos de cinco células por campo.
5. Ausentes: no hay núcleos, cloroplastos o amiloplastos en ninguna célula del campo.

CONDICION

MESOFILO ESPONJOSO

1. Muy Bien: muchos espacios entre células, más de cinco por campo.
2. Bien: espacios entre células, por lo menos cinco por campo.
3. Regular: Muy pocos espacios entre células, menos de tres por campo.
4. Mal: Ningun espacio entre células.

MESOFILO EN EMPALIZADA

1. Excelente: células enteras, alineadas con escaso espacio entre ellas.
2. Muy Bien: células enteras, ordenadas con aproximadamente un espacio por campo.
3. Bien: células poco desordenadas con espacios cada 6 a 10 células por campo.
4. Regular: células enteras pero desordenadas, con espacios cada 6 células por campo aproximadamente.
5. Mal: enteras pero con muchos espacios, totalmente desordenadas.
6. No evaluable: destruido totalmente.

EPIDERMIS

1. Bien: entera, con los bordes y contenido bien definidos.
2. Regular: rota y poco definidos sus bordes y contenido.
3. Mal: completamente rota y no definida.
4. No evaluable: no presente.

HACES VASCULARES

1. Bien: haces enteros y bien diferenciados.
2. Regular: haces rotos.
3. Mal: completamente rotos.
4. No evaluable: no presentes.

ESTOMAS

1. Bien: presentes, bien definidos.
2. Regular: presentes, dañados.
0. Mal: no evaluables

NUCLEOS, AMILOPLASTOS Y CLOROPLASTOS

1. Condición A: enteros, gruesos, bien coloreados y rodeando la célula.
2. Condición B: enteros, delgados, bien coloreados, desordenados dentro de la célula.
3. Condición C: enteros, muy delgados y bien coloreados, pegados a la pared celular.
4. Condición D: mezcla de las condiciones A y B.
5. Condición E: mezcla de las condiciones A y C.
6. Condición F: mezcla de las condiciones B y C.
7. Condición G: no presentes.

COLORACION

1. Muy Bien: todas las células coloreadas con buena definición y buenos contrastes.
2. Bien: todas las células coloreadas con buena definición y buenos contrastes, pero intensidad del color baja.
3. Regular: poco coloreado, no hay buena definición de bordes y poco contraste.
4. Mal: no coloreado.

MUESTRO	FOA	SALUD	SOMBRA	I1	I2	I3	MUESTRA	PROMODO	ANCHOCI	MESOCOCI	PMESOCOCI	MESOCI	PMESOCI	EPADOCI	PEPADOCI	EPABOCI	PEPABOCI
1	1	0	0	4	1	1	1	1.732	0.230	0.050	25.000	0.100	50.000	0.020	10.000	0.012	6.000
1	1	0	0	2	1	1	2	1.833	0.200	0.050	25.000	0.100	50.000	0.020	10.000	0.012	6.000
1	1	0	0	6	1	1	3	1.787	0.200	0.040	20.000	0.100	65.000	0.020	10.000	0.012	6.000
1	1	0	1	2	0	0	4	1.837	0.210	0.080	30.000	0.100	54.000	0.020	8.000	0.012	5.000
1	1	0	1	2	0	0	5	2.566	0.230	0.070	30.436	0.120	52.174	0.030	12.043	0.012	5.217
1	1	0	1	4	0	0	6	2.121	0.250	0.080	30.769	0.150	57.652	0.020	7.632	0.010	3.846
1	2	1	0	6	1	1	1	1.440	0.220	0.050	22.727	0.140	63.636	0.020	9.391	0.012	5.455
1	2	1	0	4	1	1	2	1.403	0.210	0.050	23.310	0.100	61.305	0.020	9.524	0.012	5.714
1	2	1	0	6	1	1	3	1.164	0.210	0.060	28.571	0.120	57.143	0.020	9.524	0.012	5.714
1	2	1	1	4	0	0	4	2.411	0.210	0.060	28.571	0.110	52.381	0.020	9.524	0.014	6.667
1	2	1	1	2	0	0	5	2.303	0.260	0.060	23.077	0.160	61.538	0.020	7.692	0.014	5.385
1	2	1	1	2	0	0	6	2.585	0.200	0.040	20.000	0.120	60.000	0.020	10.000	0.012	6.000
1	3	1	0	6	1	1	1	0.821	0.172	0.040	23.256	0.100	58.140	0.020	11.628	0.010	5.814
1	3	1	0	6	1	1	2	0.677	0.200	0.030	15.000	0.140	70.000	0.020	10.000	0.010	5.000
1	3	1	0	7	1	1	3	0.983	0.230	0.060	26.087	0.140	60.870	0.020	8.696	0.008	3.478
1	3	1	1	6	1	1	4	0.942	0.190	0.040	21.053	0.120	63.158	0.020	10.526	0.012	6.316
1	3	1	1	4	0	0	5	2.625	0.200	0.040	20.000	0.110	55.000	0.020	10.000	0.014	7.000
1	3	1	1	2	0	0	6	2.195	0.210	0.050	23.310	0.130	61.305	0.020	9.524	0.014	6.557
1	4	0	0	6	1	1	1	1.038	0.180	0.040	22.222	0.120	66.667	0.020	11.111	0.010	5.556
1	4	0	0	6	1	1	2	0.853	0.140	0.023	16.429	0.090	64.286	0.020	14.236	0.012	6.571
1	4	0	0	6	1	1	3	1.139	0.150	0.018	12.000	0.106	70.667	0.020	12.333	0.009	5.267
1	4	0	1	4	0	0	4	2.568	0.130	0.050	26.316	0.100	52.632	0.020	10.526	0.010	5.263
1	4	0	1	6	0	0	5	2.837	0.200	0.050	30.000	0.080	40.000	0.017	8.500	0.010	5.000
1	4	0	1	4	0	0	6	2.779	0.190	0.040	21.053	0.110	57.395	0.030	15.789	0.012	6.316
2	1	0	0	4	1	1	1	1.757	0.184	0.040	21.739	0.110	59.783	0.018	9.783	0.010	5.435
2	1	0	0	4	1	1	2	1.310	0.174	0.040	22.989	0.110	63.318	0.020	11.494	0.010	5.747
2	1	0	0	6	0	0	3	1.359	0.230	0.050	22.727	0.140	63.636	0.020	9.091	0.010	5.000
2	1	0	1	4	0	0	4	1.940	0.230	0.060	26.087	0.140	60.870	0.020	8.696	0.012	5.217
2	1	0	1	4	0	0	5	2.589	0.240	0.060	25.000	0.140	58.333	0.020	8.333	0.014	5.633
2	1	0	1	4	0	0	6	2.132	0.200	0.040	20.000	0.120	60.000	0.020	10.000	0.017	8.500
2	2	1	0	6	1	0	1	1.071	0.150	0.030	20.000	0.080	53.333	0.020	13.333	0.017	11.333
2	2	1	0	6	0	0	2	1.501	0.210	0.050	23.310	0.130	61.305	0.020	9.524	0.013	6.130
2	2	1	0	6	1	0	3	1.336	0.190	0.040	21.053	0.110	57.895	0.020	10.526	0.014	7.268
2	2	1	0	4	0	0	4	2.523	0.200	0.040	23.000	0.120	60.000	0.020	10.000	0.014	7.000
2	2	1	1	4	0	0	5	2.262	0.200	0.040	20.000	0.120	60.000	0.020	10.000	0.010	5.000
2	2	1	1	2	0	0	6	1.912	0.228	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	3	1	0	6	1	1	1	0.859	0.200	0.040	30.000	0.130	65.000	0.020	10.000	0.010	5.000
2	3	1	0	6	1	1	2	1.298	0.170	0.030	17.647	0.110	64.706	0.020	11.765	0.012	7.059
2	3	1	0	7	1	1	3	0.923	0.170	0.030	17.647	0.110	64.706	0.020	11.765	0.010	5.832
2	3	1	1	6	1	1	4	1.197	0.130	0.050	26.316	0.120	63.158	0.020	10.526	0.012	6.316
2	3	1	1	4	0	0	5	2.228	0.140	0.020	14.286	0.090	64.286	0.020	14.286	0.010	7.143
2	3	1	1	2	0	0	6	2.775	0.160	0.040	25.000	0.090	56.250	0.020	12.500	0.012	7.500
2	4	0	0	6	1	1	1	1.262	0.190	0.040	21.053	0.120	63.158	0.020	10.526	0.010	5.263
2	4	0	0	6	1	1	2	1.593	0.150	0.000	0.000	0.120	80.000	0.020	13.333	0.010	6.667
2	4	0	0	6	1	0	3	1.393	0.150	0.020	13.333	0.090	60.000	0.020	13.333	0.010	6.667
2	4	0	1	4	0	0	4	2.695	0.200	0.050	25.000	0.120	60.000	0.020	10.000	0.008	4.000
2	4	0	1	6	0	0	5	3.074	0.210	0.060	28.571	0.110	52.381	0.020	9.524	0.014	6.667
2	4	0	1	4	0	0	6	2.765	0.170	0.040	23.523	0.100	59.824	0.020	11.765	0.012	7.059

MUESTRO	FOA	SAGUD	SOMBRA	I1	I2	I3	MUESTRA	PROMLO	ANCHO01	MESCE01	PMESCE01	MERS01	PMERS01	EPAD01	PEPAD01	EPAS01	PEPAS01
1	1	0	0	4	1	0	1	1.572	0.234	0.059	25.214	0.145	81.366	0.020	3.547	0.011	4.701
2	1	0	0	4	1	0	2	1.398	0.136	0.042	21.762	0.119	81.658	0.019	9.845	0.013	6.736
3	1	0	0	6	1	0	3	1.479	0.123	0.026	15.476	0.112	69.657	0.022	13.095	0.008	4.762
4	1	0	1	2	0	0	4	2.179	0.135	0.038	20.641	0.121	65.435	0.013	7.027	0.012	6.436
5	1	0	1	2	0	0	5	2.141	0.220	0.046	20.939	0.136	81.318	0.025	11.364	0.012	5.456
6	1	0	1	2	0	0	6	3.229	0.205	0.033	10.659	0.146	71.220	0.020	9.756	0.011	5.266
7	2	1	0	4	0	1	1	1.556	0.135	0.037	20.000	0.117	83.243	0.020	10.311	0.012	6.486
8	2	1	0	6	1	1	2	1.946	0.232	0.044	18.966	0.153	65.948	0.021	9.052	0.014	6.034
9	2	1	1	2	0	0	4	2.653	0.183	0.029	15.301	0.126	68.852	0.018	3.236	0.011	6.011
10	2	1	1	4	0	0	5	2.592	0.176	0.042	23.864	0.105	59.659	0.026	11.364	0.010	5.632
11	2	1	1	4	0	0	6	2.738	0.139	0.030	15.373	0.129	68.254	0.013	10.653	0.011	5.320
12	3	1	0	6	1	0	1	0.951	0.169	0.030	17.751	0.112	66.272	0.017	10.059	0.010	5.917
13	3	1	0	6	1	1	2	1.194	0.210	0.049	23.333	0.128	60.952	0.021	10.000	0.032	5.714
14	3	1	0	7	0	0	3	0.741	0.195	0.032	16.410	0.132	67.592	0.020	10.256	0.011	5.641
15	3	1	1	6	0	0	4	1.378	0.170	0.033	13.412	0.106	62.053	0.019	11.176	0.011	6.471
16	3	1	1	4	0	0	5	2.272	0.158	0.024	15.130	0.107	67.722	0.016	10.127	0.011	6.562
17	3	1	1	2	0	0	6	2.743	0.172	0.036	20.920	0.103	59.384	0.020	11.628	0.010	7.553
18	4	0	0	4	0	0	1	1.371	0.187	0.030	16.043	0.130	69.519	0.019	10.160	0.013	6.952
19	4	0	0	2	0	0	2	2.370	0.166	0.021	12.651	0.114	68.675	0.018	10.343	0.013	7.201
20	4	0	0	4	0	0	3	2.840	0.172	0.037	21.512	0.107	62.209	0.016	3.332	0.012	6.977
21	4	0	1	4	0	0	4	2.899	0.175	0.026	14.857	0.122	69.714	0.018	10.286	0.009	5.143
22	4	0	1	2	0	0	5	2.609	0.187	0.034	18.182	0.122	65.241	0.020	10.695	0.010	5.248
23	4	0	1	2	0	0	6	3.042	0.205	0.037	18.049	0.132	64.390	0.022	10.232	0.014	6.329

COND101	COL101	COND201	COL201	NO101	COND301	COL301	NO201	COND401	COL401	COND501	COL501	NO401	COND701	COL701	EST001	COND801
1	1	0	1	4	2	1	1	0	1	0	1	4	0	1	1	4
1	1	0	1	4	2	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	0	1	1	1
1	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	5	1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	5	7	1	1	2	1	1	1	0	0	1	1	4
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	4	1	1	1	4
1	1	0	1	7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	0	1	0	0	1	1	0	2	2	1	4	1	1	1	4
1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	4
1	1	0	1	4	0	0	0	0	1	1	2	4	0	1	1	4
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	4	7	4	2	2	1	1	1	4	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	0	1	4	0	1	2	2	1	2	1	3	0	1	1	4
1	2	0	1	4	1	1	2	2	1	1	1	0	2	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	2	0	1	1	1	4	0	1	1	1
2	1	0	1	4	7	4	2	0	1	2	1	4	0	1	1	4

COL801	NO601	COND901	COL901	NO601	COND1001	COL1001	COND1201	COL1201	ANCH002	MESSEM02	PMESGEM02	MES002	PMES002	EPADD02	PEPAD02
1	1	1	1	3	1	3	1	1	0.205	0.950	25.000	0.120	60.000	0.016	8.000
1	1	1	1	3	1	1	2	1	0.220	0.950	22.727	0.120	54.545	0.016	7.270
1	1	1	1	3	1	2	3	3	0.230	0.950	25.000	0.113	59.000	0.020	10.000
1	1	1	1	1	1	1	2	1	0.220	0.960	27.273	0.124	55.354	0.020	3.091
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.220	0.970	31.313	0.122	55.455	0.020	3.091
1	1	1	1	1	5	1	1	1	0.260	0.980	30.769	0.150	57.692	0.020	2.632
1	1	1	1	2	2	1	2	1	0.190	0.950	26.316	0.110	57.835	0.020	10.525
2	1	1	1	1	1	1	2	2	0.220	0.954	24.545	0.130	59.091	0.020	3.091
2	2	1	1	2	6	2	2	3	0.210	0.960	23.571	0.120	57.143	0.020	9.524
1	2	1	1	1	1	1	1	1	0.218	0.950	22.908	0.130	59.533	0.020	3.174
1	2	1	1	1	1	1	2	1	0.238	0.960	25.210	0.140	58.324	0.020	8.403
1	3	3	2	2	4	1	2	1	0.193	0.946	23.232	0.120	60.606	0.025	12.626
2	1	1	1	2	2	1	2	2	0.172	0.946	26.744	0.090	52.326	0.020	11.628
2	2	3	2	3	2	3	2	2	0.225	0.938	16.314	0.156	63.027	0.020	3.350
1	1	1	1	1	1	1	2	1	0.216	0.970	32.407	0.116	59.764	0.018	3.333
3	3	1	1	2	6	3	1	2	0.134	0.940	21.729	0.118	64.130	0.017	2.230
2	1	1	1	2	4	2	1	1	0.173	0.940	22.472	0.100	56.190	0.020	11.236
2	3	1	1	2	1	1	1	1	0.215	0.955	25.453	0.120	55.556	0.020	3.253
2	3	1	2	1	1	1	2	1	0.190	0.935	18.421	0.140	75.684	0.020	0.200
2	1	1	1	2	3	2	1	1	0.130	0.900	0.000	0.150	83.333	0.018	10.000
2	1	1	1	2	3	2	2	1	0.134	0.919	14.179	0.083	61.340	0.020	14.925
2	1	1	1	2	5	2	1	1	0.200	0.950	25.000	0.120	60.000	0.020	10.000
1	3	2	2	2	5	2	1	2	0.188	0.970	37.234	0.092	48.956	0.020	10.638
1	3	1	1	2	2	2	2	3	0.133	0.936	19.143	0.120	63.830	0.020	10.638
1	3	1	1	2	4	1	1	1	0.179	0.943	24.022	0.108	60.335	0.017	3.497
1	1	1	1	2	2	1	1	1	0.139	0.937	19.577	0.124	65.608	0.017	3.335
1	1	1	1	2	2	1	1	1	0.224	0.949	21.755	0.142	63.571	0.020	3.750
1	2	1	1	2	4	1	2	1	0.238	0.956	24.561	0.137	60.000	0.022	3.474
1	1	1	1	2	4	1	1	1	0.233	0.961	25.630	0.147	61.765	0.020	8.403
1	1	1	1	2	1	1	1	1	0.238	0.943	20.753	0.129	62.019	0.019	3.135
1	3	1	1	2	1	1	1	1	0.158	0.924	15.190	0.103	65.190	0.013	11.332
1	4	1	1	2	1	1	1	1	0.214	0.955	25.701	0.128	59.313	0.021	9.313
1	3	1	1	2	1	1	1	1	0.216	0.950	23.105	0.128	59.150	0.022	10.166
1	3	1	1	1	1	1	1	1	0.204	0.939	19.118	0.133	65.136	0.019	9.314
2	3	1	2	2	5	1	1	1	0.212	0.944	20.794	0.132	62.382	0.024	11.342
1	3	1	1	2	5	1	1	1	0.223	0.959	25.877	0.136	59.649	0.022	9.649
1	1	1	2	2	5	1	1	1	0.213	0.945	21.127	0.136	63.662	0.021	3.353
1	3	1	1	2	4	2	1	1	0.175	0.935	19.886	0.111	63.121	0.019	13.682
1	1	1	1	1	3	1	1	1	0.177	0.929	16.384	0.114	64.407	0.024	13.559
1	1	1	1	2	1	2	1	1	0.234	0.943	21.978	0.129	63.137	0.019	9.314
1	1	1	1	1	1	1	3	1	0.141	0.921	14.873	0.093	65.864	0.017	12.040
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.138	0.942	25.000	0.097	59.738	0.018	10.714
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.136	0.943	23.113	0.121	65.161	0.013	6.999
2	3	3	1	2	5	1	1	1	0.172	0.935	20.396	0.108	62.937	0.018	10.490
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.160	0.920	0.022	0.114	71.322	0.014	3.723
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.197	0.952	26.369	0.108	54.767	0.024	12.170
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.158	0.928	17.766	0.101	64.086	0.019	12.956
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.153	0.922	14.398	0.104	68.063	0.017	11.126

COL301	NO601	COND301	COL301	NO601	COND1001	COL1001	COND1001	COL1201	ANCH002	MESOEM02	PMESOEM02	WEES12	PMES02	SPAD02	PSPAD02
1	1	1	1	2	5	1	1	1	0.226	0.058	25.654	0.137	60.619	0.020	8.350
1	2	1	1	2	3	1	1	1	0.133	0.040	20.202	0.127	54.141	0.019	3.536
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.159	0.022	12.018	0.117	69.231	0.020	11.334
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.136	0.024	20.430	0.115	61.328	0.021	11.230
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.237	0.029	17.181	0.132	62.360	0.022	9.692
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.130	0.029	25.317	0.113	64.431	0.021	11.475
1	1	1	1	2	5	1	1	1	0.179	0.037	13.670	0.111	62.011	0.019	10.616
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.239	0.041	13.652	0.145	65.909	0.023	10.455
1	1	1	1	2	5	1	1	1	0.163	0.024	14.724	0.110	67.485	0.019	11.656
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.181	0.039	21.347	0.112	61.873	0.020	11.050
1	1	1	1	2	1	1	1	1	0.131	0.022	17.690	0.119	65.746	0.018	9.945
1	1	1	1	2	5	1	1	1	0.166	0.027	16.265	0.108	65.060	0.019	11.446
1	1	1	1	2	5	2	1	1	0.205	0.046	22.432	0.124	69.483	0.022	10.732
1	1	1	1	2	6	1	1	1	0.205	0.037	18.049	0.137	66.329	0.019	9.268
1	1	1	1	2	1	1	1	1	0.157	0.027	17.197	0.109	63.694	0.018	11.465
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.151	0.023	15.232	0.102	67.550	0.016	10.536
1	3	1	1	1	6	1	1	1	0.173	0.032	17.978	0.110	61.798	0.022	12.060
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.137	0.024	12.834	0.132	70.538	0.019	10.160
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.171	0.022	12.865	0.120	70.175	0.018	10.526
1	3	1	1	2	5	1	1	1	0.164	0.034	20.732	0.099	69.366	0.017	10.366
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.164	0.027	16.453	0.109	66.463	0.019	11.585
1	1	1	1	2	5	1	1	1	0.134	0.032	17.391	0.124	67.391	0.018	9.783
1	1	1	1	1	5	1	1	1	0.214	0.035	16.355	0.141	65.888	0.022	10.280

EPAB02	PEPAB02	COND102	COL102	COND202	COL202	NO102	COND302	COL302	NO202	COND402	COL402	COND502	COL502	NO402	COND702	COL702
0.010	5.000	2	2	3	2	3	3	2	4	3	2	1	2	4	1	2
0.010	4.545	1	1	2	2	3	3	2	3	5	1	1	3	4	1	1
0.014	7.000	1	1	2	2	4	3	3	3	3	2	2	2	4	1	2
0.010	4.545	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
0.010	4.545	1	1	3	3	3	1	2	1	1	2	2	2	3	1	2
0.003	3.077	1	1	2	2	3	1	2	1	1	3	1	3	3	2	2
0.010	5.263	1	2	3	3	4	1	3	2	3	2	3	3	4	1	2
0.012	5.455	1	2	3	3	3	1	1	2	3	2	2	2	3	2	2
0.010	4.752	1	2	2	3	3	3	2	2	3	2	1	2	4	2	2
0.014	5.422	2	2	2	3	3	2	2	2	6	1	2	3	4	1	2
0.012	5.042	1	1	2	1	3	3	2	2	5	2	2	1	4	3	1
0.010	5.351	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	4	3	3
0.010	6.047	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2
0.010	4.502	2	3	3	3	3	3	1	4	3	2	2	2	4	3	3
0.004	48.148	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	1	1	2
0.010	5.435	2	2	2	2	4	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2
0.013	7.416	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	1	3
0.016	7.232	1	2	2	3	3	1	2	2	1	3	3	2	4	3	2
0.010	5.263	4	4	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2
0.003	4.444	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
0.003	6.716	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	2	2
0.003	4.000	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2
0.010	5.319	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	3	2	4	3	3
0.010	5.319	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3
0.011	6.257	1	2	2	2	3	1	2	2	3	2	1	2	4	3	2
0.011	5.326	1	1	3	2	3	1	2	2	3	2	1	1	3	2	1
0.012	5.173	1	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	4	3	2
0.014	6.140	1	3	4	2	1	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1
0.009	3.732	1	3	2	2	3	1	2	2	2	2	1	2	3	2	2
0.013	9.462	1	3	3	2	4	3	2	1	1	1	1	2	3	1	2
0.012	7.535	2	3	2	2	4	3	2	2	6	2	2	2	4	1	2
0.011	5.140	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	4	3	2
0.016	7.579	1	2	3	2	3	2	1	1	1	2	1	2	3	1	2
0.013	6.275	1	2	2	2	4	3	2	2	3	2	1	2	4	3	2
0.012	5.482	1	2	2	2	3	1	2	1	4	2	2	2	3	1	2
0.012	5.253	2	2	2	2	4	3	2	2	6	2	1	2	4	2	2
0.011	5.090	1	3	3	2	3	3	2	2	3	2	1	2	3	1	2
0.011	6.364	1	2	2	2	3	1	2	1	1	2	1	2	4	1	2
0.011	6.328	1	2	3	2	3	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2
0.012	6.073	1	1	3	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1
0.010	7.082	1	1	4	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
0.012	6.905	2	2	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	4	3	2
0.003	4.301	1	1	3	2	3	1	2	2	5	2	2	2	3	1	2
0.011	6.294	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2
0.011	6.983	2	2	4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2
0.014	6.897	1	1	2	2	3	1	1	2	4	2	2	2	3	1	2
0.010	6.345	1	2	4	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
0.010	6.545	1	2	4	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1

EPAB02	PEPAB02	COND102	COL102	COND202	COL202	NO102	COND302	COL302	NO202	COND402	COL402	COND502	COL502	NO402	COND702	COL702
0.010	4.425	1	2	2	2	4	2	1	2	2	2	2	2	4	3	2
0.012	5.081	1	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	3	2
0.010	5.917	1	1	4	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
0.012	6.452	2	2	2	2	3	1	2	1	2	2	1	2	4	1	2
0.012	6.727	1	2	3	2	1	1	1	1	6	2	1	1	3	3	2
0.014	7.353	1	2	2	2	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2
0.012	8.784	2	2	1	2	3	2	2	1	5	2	2	2	4	3	2
0.011	6.000	1	1	2	2	4	3	1	2	3	2	2	2	4	3	2
0.009	5.521	1	3	4	3	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1
0.010	5.525	1	2	2	2	3	3	2	2	3	2	1	2	4	3	2
0.012	6.630	1	2	3	3	3	3	1	2	6	2	2	3	3	3	1
0.012	7.239	1	3	3	2	3	2	1	2	3	3	1	2	3	1	1
0.013	6.241	1	2	3	2	4	1	3	1	1	3	1	2	3	3	3
0.012	5.354	1	2	3	2	3	3	1	2	5	1	1	3	3	3	1
0.012	7.643	1	2	3	3	1	1	1	2	2	3	1	2	1	1	1
0.010	4.623	1	3	3	2	1	1	1	2	2	2	1	2	3	1	1
0.014	7.855	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	3	3	3	1
0.012	6.417	1	2	4	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1
0.011	6.433	1	1	4	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1
0.014	8.537	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	4	3	1
0.010	6.998	1	2	3	2	3	1	1	2	2	1	1	2	3	3	1
0.011	5.973	2	2	2	2	3	3	1	2	3	2	2	2	4	3	1
0.015	7.069	1	1	2	2	1	3	1	2	3	2	1	1	3	3	1

EST002	COND802	CON1302	NO502	COND902	DOE902	NO902	COND1002	NO1002	COND1202	DOE1202	COND1003	COND2003	NO0003	COND3503	DOE5003
1	3	1	3	1	1	3	1	2	1	2	0	1	2	3	2
1	4	2	3	1	1	3	1	2	1	2	1	1	2	5	1
1	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	1	1	3	3	1
1	1	1	3	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1
1	4	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	3	2	5	1
1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	4	1
1	1	3	3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	3
1	2	2	1	1	1	2	5	2	1	2	1	1	2	1	3
1	3	3	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	4	3	2
1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	2
1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	2
1	4	2	3	1	2	2	1	2	1	2	1	1	4	3	2
1	2	3	3	2	2	3	2	2	1	3	0	0	2	3	0
1	3	3	3	2	2	3	3	2	1	3	0	0	4	3	1
1	4	3	1	1	2	2	5	3	1	2	0	0	4	3	1
1	3	3	3	2	2	2	5	2	1	3	1	1	2	1	1
1	3	3	3	1	1	2	3	2	1	3	0	0	4	3	1
1	4	3	3	1	1	2	3	2	1	3	0	0	2	3	1
1	3	2	3	2	2	2	1	2	1	3	1	1	2	5	1
1	3	3	1	1	1	1	1	2	1	3	0	0	2	2	1
1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	2	6	1
1	4	2	1	1	1	2	3	1	1	3	0	0	2	3	2
1	5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	0	0	2	3	2
1	3	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	0	2	2	2
1	4	2	1	1	1	2	5	2	1	2	0	1	3	3	2
1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	3	1
1	2	2	1	1	1	2	3	2	1	2	0	0	4	3	1
1	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	2
1	4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	2	2	1
1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1
1	4	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	2
1	4	2	3	3	2	2	3	2	1	4	1	0	2	4	2
1	4	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	5	1
1	4	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	3	3
1	2	2	1	1	1	2	3	3	1	2	0	1	2	2	3
1	1	2	1	1	1	2	3	3	1	2	0	0	1	5	1
1	4	2	3	1	1	1	5	2	1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	2	3	2	0	4	1	1	2	5	3
1	4	2	1	1	2	2	5	2	1	2	1	1	2	5	1
1	4	2	1	1	1	2	5	2	1	2	0	0	3	3	1
0	1	2	1	1	1	2	3	2	1	4	1	0	4	7	4
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2
0	1	2	1	1	1	1	3	2	1	2	0	0	1	1	1

COND000	EST000	COND003	NO703	COND100	COND110	COND120	COND100B	COND200B	NO010B	COND500B	COND600B	EST000B	COND800B
0	1	1	2	1	2	1	1	0	2	2	1	0	1
1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	2	3	1	1	1	2	1	2	1	1
1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1
1	1	1	1	5	1	1	1	1	2	2	2	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	0	2	3	1	0	1
1	1	1	2	3	2	1	0	1	2	3	2	1	1
1	1	1	2	5	3	1	1	1	3	3	2	1	1
1	1	1	4	3	2	1	1	1	3	2	2	1	1
1	1	1	3	5	1	1	1	1	2	5	1	0	1
1	1	1	2	3	1	1	1	1	2	3	2	1	1
1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	5	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	2	4	1	1	1	1	2	3	1	1	1
1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	3	1	1
0	1	0	2	3	2	1	0	0	2	4	2	1	0
0	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	3	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	4	7	4	0	0
1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	1
1	1	1	2	5	2	1	0	0	1	3	1	0	0
1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1
1	1	1	2	5	1	1	0	0	2	3	2	1	0
0	0	0	2	1	1	0	0	0	3	3	1	0	0

NO700B	COND1100B	COND1100B	COND1200B	COND1300A	COND200A	NO800A	COND500A	COND500A	COND600A	EST000A	COND300A	NO700A	COND1100A
2	3	1	1	5	5	2	5	2	1	1	3	2	5
2	5	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
2	2	2	7	0	1	4	0	2	1	0	0	4	7
1	1	1	1	0	0	2	1	1	1	1	0	2	5
2	1	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
1	1	1	1	1	1	4	0	1	1	1	1	2	1
2	3	1	0	1	1	4	3	2	1	1	1	4	7
4	2	1	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
3	6	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
4	2	4	1	1	1	4	7	3	1	1	1	4	7
4	2	2	0	1	1	3	2	2	1	1	1	4	2
2	5	1	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
2	5	2	1	0	0	4	7	4	0	1	0	4	3
4	3	2	1	0	0	4	7	4	1	1	0	4	7
1	1	1	0	0	1	4	3	2	1	1	1	4	3
3	5	1	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
1	5	1	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
1	1	1	0	0	0	4	7	4	1	0	0	4	7
4	7	4	1	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	4	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
2	4	4	0	1	1	4	7	4	0	1	0	4	7
2	7	4	0	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	5	1	1	1	0	4	3	2	1	1	0	4	3
2	5	2	1	0	0	4	7	4	1	1	0	4	7
2	1	1	1	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	3	2	1	1	1	3	2	2	1	1	1	4	7
1	4	1	1	1	1	4	0	3	1	1	1	4	1
2	1	1	1	1	1	4	7	4	0	1	1	4	7
2	5	1	1	0	1	4	7	4	0	1	1	4	7
1	4	1	1	0	0	4	7	4	0	1	1	4	7
4	2	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
1	1	1	1	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	5	1	1	0	0	4	3	2	0	1	0	4	3
4	7	4	1	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	3	1	0	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7
2	1	3	0	1	1	4	2	2	1	1	1	4	1
2	2	1	0	0	0	4	7	4	0	1	1	4	7
3	1	2	0	0	0	4	7	4	0	1	0	4	7

NO7005	COND0100B	COND1100B	COND01200B	COND1000A	COND0000A	NO0000A	COND0000A	COND0000A	COND0000A	EST0000A	COND0800A	NO7000A	COND1100A
1	1	1	1	1	0	4	7	4	0	1	1	4	0
1	1	1	1	1	0	2	1	1	0	1	0	2	0
1	1	2	1	1	1	1	7	4	1	1	1	4	7
2	1	1	1	1	1	4	0	4	1	1	1	2	0
2	2	2	1	0	1	4	7	4	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	2	0	1	1	1	1	2	0
2	1	1	1	0	0	0	0	2	2	1	1	2	0
2	2	2	1	1	1	3	0	2	1	1	1	2	0
2	2	1	1	1	1	4	0	4	1	1	1	4	0
2	2	2	1	1	1	4	0	2	1	1	1	2	0
2	2	1	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	0
1	1	1	1	1	1	4	0	4	1	1	1	4	0
2	2	1	1	1	1	4	0	3	1	1	1	4	0
2	2	1	1	1	0	4	0	2	0	1	0	4	0
2	4	2	1	1	1	4	7	4	1	1	1	4	7
2	2	3	1	0	0	4	0	2	1	1	0	0	0
4	2	4	1	1	1	4	3	1	1	1	1	4	3
2	3	1	1	1	1	4	0	2	1	1	1	4	0
2	3	1	0	0	0	4	2	0	0	1	0	5	7
2	2	2	1	1	1	4	2	3	1	1	1	5	7
2	3	1	1	0	0	4	0	2	0	1	0	4	0
3	3	1	0	0	0	4	7	4	0	1	0	5	7

201102A 05NP1003A

2
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
2
3
4
4
4
2
2
4
4
1
2
4
2
3
4
4
4
4
2
4
4
4
4
4
3
3
4
4
4
2
4
4
1
4
4

1
1
1
0
0
0
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
0
1
0
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
0
1
0
1
1
1

000101A 0001201A

4	:
1	:
4	:
2	:
2	:
2	:
2	:
3	:
4	:
4	:
2	:
4	:
4	:
2	:
2	:
1	:
2	:
1	:
4	:
2	:
4	:

ESP002	COND802	COL802	NO502	COND902	COL902	NO602	COND1002	COL1002	NO01002	COND1102	COL1102	NO303	COND503	COL503	
1	4	2	1	1	1	5	3	2	1	2	1	1	2	1	3
1	1	1	1	3	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	2	2	2
1	1	2	1	1	1	2	5	3	1	1	1	1	2	2	2
1	4	2	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3	2	3
1	4	1	1	3	1	3	3	3	1	1	1	1	3	3	2
1	3	2	3	1	2	3	3	2	1	2	1	1	2	3	3
1	1	1	3	1	1	3	3	3	1	3	1	1	1	3	2
1	4	1	1	1	1	3	5	1	1	2	1	1	1	1	1
1	4	2	1	1	1	2	3	2	1	2	1	1	3	3	2
1	1	3	1	1	1	2	4	3	1	2	1	1	2	1	2
1	4	3	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
1	4	3	1	1	1	3	3	3	1	3	1	1	2	3	1
1	4	2	1	1	1	2	3	2	1	2	1	1	1	2	2
1	2	3	1	1	1	2	5	2	1	3	0	0	1	2	1
1	3	2	3	1	1	2	5	2	1	3	1	1	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	5	2	1	2	1	1	2	2	1
1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3	2
1	3	1	3	1	1	2	5	1	1	2	1	1	2	2	2
1	4	1	1	1	1	2	6	1	1	2	1	1	2	2	3
1	3	2	1	1	1	2	5	2	1	2	1	1	2	3	1
1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	2	3	1

APENDICE D

Análisis de Medidas repetidas

Análisis de varianza para Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) según EPOCA DE MUESTREO.

COLORO Contenido de clorofila según epoca de muestreo

Mauchly sphericity test, $W = 1.352108E-09$
 Chi-square approx. = 336.27569 with 54 GL
 Significancia = .000

Greenhouse-Geisser Epsilon = .28839
 Huynh-Feldt Epsilon = .39269
 Lower-bound Epsilon = .10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Prueba Multivariada de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	ValorAprox.	F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of
Pillais	.57214	1.47094	10.00	11.00	.268
Hotellings1	.33721	1.47094	10.00	11.00	.268
Wilks	.42786	1.47094	10.00	11.00	.268
Roys	.57214				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) según EPOCA DE MUESTREO Y SALUD DE LA FINCA.

Prueba Multivariada de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor Aprox.	F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.73427	3.03951	10.00	11.00	.041
Hotellings	2.76319	3.03951	10.00	11.00	.041
Wilks	.26573	3.03951	10.00	11.00	.041
Roys	.73427				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Contenido de clorofila
(mg/g de hoja seca) según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.84809	6.14131	10.00	11.00	.003
Hotellings	5.58301	6.14131	10.00	11.00	.003
Wilks	.15191	6.14131	10.00	11.00	.003
Roys	.84809				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Contenido de clorofila
(mg/g de hoja seca) según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.99772	.76375	10.00	11.00	.000
Hotellings	.05795	.76375	10.00	11.00	.000
Wilks	.00228	.76375	10.00	11.00	.000
Roys	.99772				

Análisis de varianza para Ancho de la hoja (mm) según
EPOCA DE MUESTREO.

ANCH Ancho de la hoja según epoca de
muestreo

Mauchly sphericity test, W =1.187132E-11
 Chi-square Aprox. = 414.25022 with 54 GL
 Significancia = .000

Greenhouse-Geisser Epsilon = .26453
 Huynh-Feldt Epsilon = .35430
 Lower-bound Epsilon = .10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho de la hoja (mm) según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.62941	1.86826	10.00	11.00	.160
Hotellings	1.69842	1.86826	10.00	11.00	.160
Wilks	.37059	1.86826	10.00	11.00	.160
Roys	.62941				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho de la hoja (mm) según EPOCA DE MUESTREO Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.71830	2.80487	10.00	11.00	.053
Hotellings	2.54988	2.80487	10.00	11.00	.053
Wilks	.28170	2.80487	10.00	11.00	.053
Roys	.71830				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho de la (mm) según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.88536	8.49514	10.00	11.00	.001
Hotellings	7.72286	8.49514	10.00	11.00	.001
Wilks	.11464	8.49514	10.00	11.00	.001
Roys	.88536				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho de la hoja (mm) según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.99732	409.82303	10.00	11.00	.000
Hotellings	372.56639	409.82303	10.00	11.00	.000
Wilks	.00268	409.82303	10.00	11.00	.000
Roys	.99732				

Análisis de varianza para Acho del Mesofilo em empalizada (mm) según EPOCA DE MUESTREO.

MEEM Ancho del Mesofilo en empalizada según epoca de muestreo.

Mauchly sphericity test, W =5.888570E-14
 Chi-square Aprox. = 501.62700 with 54 GL
 Significancia = .000
 Greenhouse-Geisser Epsilon = .25468
 Huynh-Feldt Epsilon = .33876
 Lower-bound Epsilon = .10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del Mesofilo en empalizada (mm) según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.55761	1.38647	10.00	11.00	.299
Hotellings	1.26042	1.38647	10.00	11.00	.299
Wilks	.44239	1.38647	10.00	11.00	.299
Roys	.55761				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del
 Mesofilo en empalizada (mm) según EPOCA DE MUESTREO
 Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.63920	1.94877	10.00	11.00	.144
Hotellings	1.77161	1.94877	10.00	11.00	.144
Wilks	.36080	1.94877	10.00	11.00	.144
Roys	.63920				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del
 Mesofilo en empalizada (mm) según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.82121	5.05248	10.00	11.00	.007
Hotellings	4.59316	5.05248	10.00	11.00	.007
Wilks	.17879	5.05248	10.00	11.00	.007
Roys	.82121				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del
 Mesofilo en empalizada (mm) según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.99774	484.98362	10.00	11.00	.000
Hotellings	440.89420	484.98362	10.00	11.00	.000
Wilks	.00226	484.98362	10.00	11.00	.000
Roys	.99774				

Análisis de varianza para Ancho del Mesofilo esponjoso (mm)
según EPOCA DE MUESTREO.

MESES Ancho del mesofilo esponjoso según
epoca de muestreo

Mauchly sphericity test, $W = 1.691285E-12$
Chi-square Aprox. = 446.33777 with 54 GL
Significancia = .000

Greenhouse-Geisser Epsilon = .26865
Huynh-Feldt Epsilon = .36085
Lower-bound Epsilon = .10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del
Mesofilo esponjoso (mm) según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA
Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.65079	2.04992	10.00	11.00	.127
Hotellings	1.86357	2.04992	10.00	11.00	.127
Wilks	.34921	2.04992	10.00	11.00	.127
Roys	.65079				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del
Mesofilo esponjoso (mm) según EPOCA DE MUESTREO
Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.73086	2.98707	10.00	11.00	.043
Hotellings	2.71552	2.98707	10.00	11.00	.043
Wilks	.26914	2.98707	10.00	11.00	.043
Roys	.73086				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del Mesofilo esponjoso (mm) según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.84645	6.06400	10.00	11.00	.003
Hotellings	5.51272	6.06400	10.00	11.00	.003
Wilks	.15355	6.06400	10.00	11.00	.003
Roys	.84645				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Ancho del Mesofilo esponjoso (mm) según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.99721	393.19158	10.00	11.00	.000
Hotellings	357.44689	393.19158	10.00	11.00	.000
Wilks	.00279	393.19158	10.00	11.00	.000
Roys	.99721				

Análisis de varianza para Índice de Defoliación según EPOCA DE MUESTREO.

DEFO Índice de defoliación según época de muestreo

Mauchly sphericity test, W =	.00000
Chi-square Aprox. =	.00000 con 54 GL
Significancia =	.00000
Greenhouse-Geisser Epsilon =	.24549
Huynh-Feldt Epsilon =	.32441
Lower-bound Epsilon =	.10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Defoliación según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1, N = 17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.37316	1.69739	10.00	74.00	.097
Hotellings	.46519	1.62818	10.00	70.00	.117
Wilks	.65992	1.66310	10.00	72.00	.106
Roys	.22816				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Defoliación según EPOCA DE MUESTREO Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1, N = 17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.46868	2.26488	10.00	74.00	.023
Hotellings	.74634	2.61219	10.00	70.00	.009
Wilks	.55759	2.44222	10.00	72.00	.014
Roys	.40360				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Defoliación (mm) según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1, N = 17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	1.25794	12.54441	10.00	74.00	.000
Hotellings	3.60513	12.61795	10.00	70.00	.000
Wilks	.13239	12.58814	10.00	72.00	.000
Roys	.70159				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Defoliación según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1, N = 17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	1.95573	326.89796	10.00	74.00	.000
Hotellings	89.59438	313.58034	10.00	70.00	.000
Wilks	.00048	320.29368	10.00	72.00	.000
Roys	.98044				

Análisis de varianza para Índice de Clorosis según EPOCA DE MUESTREO.

CLOR Índice de Clorosis según época de muestreo

Mauchly sphericity test, W =	.00000
Chi-square Aprox. =	.00000 with 54 GL
Significancia =	.000
Greenhouse-Geisser Epsilon =	.26533
Huynh-Feldt Epsilon =	.35557
Lower-bound Epsilon =	.10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Clorosis según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1, N = 17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.35796	1.61320	10.00	74.00	.120
Hotellings	.51391	1.79870	10.00	70.00	.077
Wilks	.65318	1.70874	10.00	72.00	.095
Roys	.32352				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Clorosis según EPOCA DE MUESTREO Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1 , N =17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.59961	3.16847	10.00	74.00	.002
Hotellings	.94077	3.29268	10.00	70.00	.002
Wilks	.47620	3.23369	10.00	72.00	.002
Roys	.41844				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Clorosis según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1 , N =17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	1.42674	18.41736	10.00	74.00	.000
Hotellings	5.47396	19.15885	10.00	70.00	.000
Wilks	.07670	18.79757	10.00	72.00	.000
Roys	.78723				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Clorosis según EPOCA DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 2, M = 1 , N =17)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	1.94449	259.20722	10.00	74.00	.000
Hotellings	124.09743	434.34100	10.00	70.00	.000
Wilks	.00044	335.95530	10.00	72.00	.000
Roys	.99041				

Análisis de varianza para Índice de Marchitez según
EPOCA DE MUESTREO.

MARCH Índice de marchitez según época
de muestreo

Mauchly sphericity test, $W = 2.395394E-12$
 Chi-square Aprox. = 440.60640 with 54 GL
 Significancia = .000

Greenhouse-Geisser Epsilon = .25509
 Huynh-Feldt Epsilon = .33940
 Lower-bound Epsilon = .10000

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de
Marchitez según EPOCA DE MUESTREO, SOMBRA Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.53514	1.26629	10.00	11.00	.351
Hotellings	1.15117	1.26629	10.00	11.00	.351
Wilks	.46486	1.26629	10.00	11.00	.351
Roys	.53514				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de
Marchitez según EPOCA DE MUESTREO Y SALUD DE LA FINCA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.54698	1.32816	10.00	11.00	.323
Hotellings	1.20742	1.32816	10.00	11.00	.323
Wilks	.45302	1.32816	10.00	11.00	.323
Roys	.54698				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Marchitez según EPOCA DE MUESTREO Y SOMBRA.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.88697	8.63164	10.00	11.00	.001
Hotellings	7.84694	8.63164	10.00	11.00	.001
Wilks	.11303	8.63164	10.00	11.00	.001
Roys	.88697				

Análisis de varianza de muestras repetidas para Índice de Marchitez según Época DE MUESTREO.

Pruebas Multivariadas de Significancia (S = 1, M = 4 , N = 4 1/2)

Prueba	Valor	Aprox. F Hypoth.	GL	Error GL	Sig. of F
Pillais	.99716	385.88642	10.00	11.00	.000
Hotellings	350.80584	385.88642	10.00	11.00	.000
Wilks	.00284	385.88642	10.00	11.00	.000
Roys	.99716				

APENDICE E

Análisis de Tablas de Contingencia

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E INDICE DE DEFOLIACION con la Condición DEL Mesófilo ESPONJOSO.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de mesófilo esponjoso* sombra*salud	3	6.169	0.1036	4
Condición de mesófilo esponjoso* sombra*índice de defoliación	15	2.593	0.9998	5
Condición de mesófilo esponjoso* salud*índice de defoliación	15	3.190	0.9994	5
Condición del mesófilo esponjoso* sombra	3	1.805	0.6138	5
Condición del mesófilo esponjoso* salud	3	1.071	0.7840	5
Condición del mesófilo esponjoso* índice de defoliación	15	10.407	0.7934	5

Eliminando los efectos Condición del Mesófilo esponjoso*sombra* índice de defoliación, Condición del Mesófilo esponjoso*sombra, Condición del Mesófilo esponjoso*salud y Condición del Mesófilo esponjoso*índice de defoliación.

Condición del Mesófilo esponjoso*sombra*salud	3	9.201	0.0267	4
Condición del Mesófilo esponjoso*salud*índice de defoliación	15	5.034	0.9918	6

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con la Condición del Mesófilo ESPONJOSO.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de Mesófilo esponjoso* sombra*salud	3	3.842	0.2790	2
Condición de Mesófilo esponjoso* sombra*índice de clorosis	3	0.981	0.8058	4
Condición de Mesófilo esponjoso* salud*índice de clorosis	3	0.024	0.9990	3
Condición del Mesófilo esponjoso* sombra	3	5.478	0.1400	5
Condición del Mesófilo esponjoso* salud	3	0.416	0.9370	5
Condición del Mesófilo esponjoso* índice de clorosis	3	3.391	0.3352	5

Eliminando los efectos: Condición del Mesófilo esponjoso*sombra*salud,
 Condición del Mesófilo esponjoso*sombra*índice de clorosis, Condición
 del Mesófilo esponjoso*salud*índice de clorosis, Condición del Mesófilo
 esponjoso*índice de clorosis.

Condición del Mesófilo esponjoso* sombra	3	7.614	0.0547	2
Condición del Mesófilo esponjoso* salud	3	0.549	0.9080	2

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE MARCHITEZ con la Condición DEL Mesófilo ESPONJOSO.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de Mesófilo esponjoso* sombra*salud	3	4.646	0.1997	2
Condición de Mesófilo esponjoso* sombra*índice de marchitez	3	1.180	0.7578	6
Condición de Mesófilo esponjoso* salud*índice de marchitez	3	0.090	0.9930	3
Condición del Mesófilo esponjoso* sombra	3	8.267	0.0408	4
Condición del Mesófilo esponjoso* salud	3	0.389	0.9426	5
Condición del Mesófilo esponjoso* índice de marchitez	3	1.628	0.6531	4

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE Defoliación con la Condición DEL Mesófilo EN EMPALIZADA.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*salud	5	2.527	0.7725	4
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*índice de defoliación	25	11.256	0.9916	5
Condición de Mesófilo en empalizada* salud * índice de defoliación	25	5.018	1.0000	4
Condición del Mesófilo en empalizada* sombra	5	4.600	0.4666	5
Condición del Mesófilo en empalizada* salud	5	8.490	0.1312	5
Condición del Mesófilo en empalizada* índice de defoliación	25	13.985	0.9620	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con la Condición DEL Mesófilo EN EMPALIZADA.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*salud	5	3.219	0.6663	2
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*índice de clorosis	5	3.799	0.5787	5
Condición de Mesófilo en empalizada* salud*índice de clorosis	5	3.111	0.6829	3
Condición del Mesófilo en empalizada* sombra	5	3.505	0.6226	5
Condición del Mesófilo en empalizada* salud	5	8.210	0.1450	7
Condición del Mesófilo en empalizada* índice de clorosis	5	3.621	0.6052	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE MARCHITEZ con la Condición DEL Mesófilo EN EMPALIZADA.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*salud	5	1.945	0.8568	2
Condición de Mesófilo en empalizada* sombra*índice de marchitez	5	1.065	0.9571	5
Condición de Mesófilo en empalizada* salud*índice de marchitez	5	2.656	0.7528	3
Condición del Mesófilo en empalizada* sombra	5	2.755	0.7652	4
Condición del Mesófilo en empalizada* salud	5	7.560	0.1822	5
Condición del Mesófilo en empalizada* índice de marchitez	5	3.595	0.6090	4

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE Defoliación con el Número DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
No. de cloroplastos* sombra*salud	4	0.337	0.9873	3
No. de cloroplastos* sombra*índice de defoliación	20	0.000	1.0000	5
No. de cloroplastos* salud*índice de defoliación	20	0.965	1.0000	4
No. de cloroplastos* sombra	4	3.773	0.4376	5
No. de cloroplastos* salud	4	8.728	0.0683	5
No. de cloroplastos* índice de defoliación	20	5.386	0.9995	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con el Número DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi ² parcial	Probabilidad	Iteración
No. de cloroplastos* sombra*salud	4	1.140	0.8878	3
No. de cloroplastos* sombra*índice de clorosis	4	2.931	0.5694	3
No. de cloroplastos* salud*índice de clorosis	4	2.097	0.7179	3
No. de cloroplastos* sombra	4	0.414	0.9813	5
No. de cloroplastos* salud	4	5.981	0.2006	4
No. de cloroplastos* índice de clorosis	4	0.775	0.9417	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E índice DE MARCHITEZ con el Número DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi ² parcial	Probabilidad	Iteración
No. de cloroplastos* sombra*salud	4	4.056	0.3985	3
No. de cloroplastos* sombra*índice de marchitez	4	3.964	0.4109	5
No. de cloroplastos* salud*índice de marchitez	4	11.014	0.0264	3
No. de cloroplastos* sombra	4	0.514	0.9721	4
No. de cloroplastos* salud	4	5.053	0.2819	4
No. de cloroplastos* índice de marchitez	4	3.262	0.5150	4

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE Defoliación con la Condición DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	6.189	0.4024	2
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de defoliación	30	7.235	1.0000	10
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de defoliación	30	20.520	0.9023	4
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	1.527	0.9577	5
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	4.051	0.6697	5
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* índice de defoliación	30	12.995	0.9971	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con la Condición DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	7.953	0.2416	2
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de clorosis	6	0.365	0.9991	9
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de clorosis	6	6.091	0.4131	3
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	3.345	0.7645	5
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	3.824	0.7005	7
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* índice de clorosis	6	4.837	0.5649	5

Eliminando los efectos Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*sombra*índice de clorosis, Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*sombra, Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*salud y Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*índice de clorosis.

Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*sombra*salud	6	12.868	0.0452	6
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso*salud*índice de clorosis	6	10.237	0.1150	6

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE MARCHITEZ con la Condición DE CLOROPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	5.134	0.5268	3
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de marchitez	6	2.067	0.9134	8
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de marchitez	6	7.239	0.2993	3
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	0.815	0.9917	4
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	3.638	0.7255	4
Condición de cloroplastos del Mesófilo esponjoso* índice de marchitez	6	2.727	0.8423	4

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE Defoliación con el Número DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteracion
No. de amiloplastos* sombra*salud	4	6.482	0.1659	3
No. de amiloplastos* sombra*índice de defoliación	20	7.878	0.9926	6
No. de amiloplastos* salud*índice de defoliación	20	8.911	0.9839	3
No. de amiloplastos* sombra	4	4.584	0.3327	5
No. de amiloplastos* salud	4	3.416	0.4908	5
No. de amiloplastos* índice de defoliación	20	8.926	0.9837	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con el Número DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteracion
No. de amiloplastos* sombra*salud	4	4.935	0.2940	2
No. de amiloplastos* sombra*índice de clorosis	4	0.679	0.9539	11
No. de amiloplastos* salud*índice de clorosis	4	2.143	0.7095	3
No. de amiloplastos* sombra	4	4.642	0.3260	5
No. de amiloplastos* salud	4	4.021	0.4031	9
No. de amiloplastos* índice de clorosis	4	6.708	0.1522	5

Eliminando los efectos Nos.de amiloplastos*sombra*índice de clorosis,
 No. de amiloplastos*sombra, No. de amiloplastos*salud y el No. de
 amiloplastos*índice de clorosis.

No. de amiloplastos*sombra*salud	4	8.833	0.0654	8
No. de amiloplastos*salud*índice de clorosis	4	6.581	0.1597	9

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E índice DE MARCHITEZ con el Número DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteracion
No. de amiloplastos* sombra*salud	4	4.467	0.3465	2
No. de amiloplastos* sombra*índice de marchitez	4	2.651	0.6179	6
No. de amiloplastos* salud*índice de marchitez	4	2.630	0.6215	3
No. de amiloplastos* sombra	4	2.096	0.7182	4
No. de amiloplastos* salud	4	3.826	0.4301	6
No. de amiloplastos* índice de marchitez	4	6.656	0.1552	4

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE Defoliación con la Condición DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	1.031	0.9844	3
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de defoliación	30	3.201	1.0000	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de defoliación	30	4.027	1.0000	4
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	8.387	0.2111	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	9.434	0.1506	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* índice de defoliación	30	32.795	0.3315	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE CLOROSIS con la Condición DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	χ^2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	4.434	0.6181	2
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de clorosis	6	3.688	0.7188	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de clorosis	6	3.212	0.7818	3
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	4.132	0.6589	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	5.600	0.4694	7
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* índice de clorosis	6	9.199	0.1627	5

Análisis de Tablas de Contingencia: Asociaciones parciales de los efectos de SOMBRA, SALUD E Índice DE MARCHITEZ con la Condición DE AMILOPLASTOS del Mesófilo Esponjoso.

Nombre del efecto	GL	Xi2 parcial	Probabilidad	Iteración
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*salud	6	5.063	0.5357	3
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra*índice de marchitez	6	0.291	0.9995	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud*índice de marchitez	6	12.490	0.0519	3
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* sombra	6	2.487	0.8699	4
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* salud	6	6.166	0.4049	5
Condición de amiloplastos del Mesófilo esponjoso* índice de marchitez	6	8.987	0.1743	4

APENDICE F

Análisis de Regresión y Correlación

Análisis de Regresión lineal para el Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) y el Índice de Defoliación.

PROMCLO Contenido de clorofila (mg/g de hojaseca)

I1 Índice de Defoliación

Múltiple R .69050
 R Cuadrado .47680
 R Cuadrado Ajustado .46932
 Standard Error .52999

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	17.91797	17.91797
Residual	70	19.66203	.28089

F = 63.79088 Signif F = .0000

Análisis de Regresión lineal para el Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) y el Índice de Clorosis.

PROMCLO Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca)

I2 Índice de Defoliación

Múltiple R .79483
 R Cuadrado .63176
 R Cuadrado Ajustado .62650
 Standard Error .44463

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	23.74146	23.74146
Residual	70	13.83853	.19769

F = 120.09239 Signif F = .0000

Análisis de Regresión lineal para el Contenido de clorofila
(mg/g de hoja seca) y el Índice de Marchitez.

PROMCLO Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca)

I3 Índice de Marchitez

Múltiple R .67039
R Cuadrado .44943
R Cuadrado Ajustado .44156
Standard Error .54367

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	16.88945	16.88945
Residual	70	20.69055	.29558

F = 57.14016 Signif F = .0000

Análisis de regresión lineal para el Contenido de clorofila
(mg/g de hoja seca) y el número de cloroplastos del Mesófilo
esponjoso

PROMCLO Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca)

NO2C1 # cloroplastos del Mesófilo esponjoso

Múltiple R .14316
R Cuadrado .02049
R Cuadrado Ajustado .00650
Standard Error .72516

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.77019	.77019
Residual	70	36.80981	.52585

F = 1.46464 Signif F = .2303

Análisis de Regresión lineal para el Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca) y el Número de amiloplastos del Mesófilo esponjoso.

PROMCLO Contenido de clorofila (mg/g de hoja seca)

NO3C3 # de amiloplastos del Mesófilo esponjoso

Múltiple R .02695
 R Cuadrado .00073
 R Cuadrado Ajustado- .01355
 Standard Error .73244

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.02730	.02730
Residual	70	37.55270	.53647

F = .05089 Signif F = .8222

Análisis de Regresión lineal para el Ancho de la hoja (mm) y el Índice de Defoliación.

ANCHO Ancho de la hoja (mm)

I1 Índice de Defoliación

Múltiple R .23000
 R Cuadrado .05290
 R Cuadrado Ajustado .03937
 Standard Error .02608

Análisis de Varianza .

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00266	.00266
Residual	70	.04761	.00068

F = 3.90978 Signif F = .0519

Análisis de Regresión lineal para el Ancho de la hoja (mm)
y el índice de Clorosis.

ANCHOC1 Ancho de la hoja (mm)
I1 Índice de Defoliación

Múltiple R .21615
R Cuadrado .04672
R Cuadrado Ajustado .03310
Standard Error .02616

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00235	.00235
Residual	70	.04792	.00068

F = 3.43076 Signif F = .0682

Análisis de Regresión lineal para el Ancho de la hoja (mm)
y el índice de Marchitez.

ANCHOC1 Ancho de la hoja (mm)
I1 Índice de defoliación

Múltiple R .12470
R Cuadrado .01555
R Cuadrado Ajustado .00149
Standard Error .02659

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00078	.00078
Residual	70	.04948	.00071

F = 1.10573 Signif F = .2966

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo esponjoso y el Índice de Defoliación.

MEESC1 Ancho del Mesófilo esponjoso (mm)

I1 Índice de defoliación

Múltiple R .00959
 R Cuadrado .00009
 R Cuadrado Ajustado- .01419
 Standard Error .02201

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00000	.00000
Residual	70	.03390	.00048

F = .00644 Signif F = .9363

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo esponjoso y el Índice de Clorosis.

MEESC1 Ancho del Mesófilo esponjoso (mm)

I2 Índice de clorosis

Múltiple R .02835
 R Cuadrado .00080
 R Cuadrado Ajustado- .01347
 Standard Error .02200

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00003	.00003
Residual	70	.03388	.00048

F = .05629 Signif F = .8132

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo esponjoso y el índice de Marchitez.

MEESCL Ancho del Mesófilo esponjoso (mm)

I3 Índice de Marchitez

Múltiple R .10196
 R Cuadrado .01040
 R Cuadrado Ajustado- .00374
 Standard Error .02189

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00035	.00035
Residual	70	.03356	.00048

F = .73537 Signif F = .3941

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo en empalizada y el Índice de Defoliación.

MESOEMC1 Ancho del Mesófilo en empalizada (mm)

I1 Índice de Defoliación

Múltiple R .10232
 R Cuadrado .01047
 R Cuadrado Ajustado- .00367
 Standard Error .01505

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00017	.00017
Residual	70	.01586	.00023

F = .74055 Signif F = .3924

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo en empalizada y el índice de Clorosis.

MESOEMC1 Ancho del Mesófilo en empalizada (mm)

I2 Índice de Clorosis

Múltiple R .14007
 R Cuadrado .01962
 R Cuadrado Ajustado .00561
 Standard Error .01498

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00031	.00031
Residual	70	.01572	.00022

F = 1.40086 Signif F = .2406

Análisis de Regresión lineal para el Ancho del Mesófilo en empalizada y el índice de Marchitez.

MESOEMC1 Ancho del Mesófilo en empalizada (mm)

I3 Índice de Marchitez

Múltiple R .08002
 R Cuadrado .00640
 R Cuadrado Ajustado- .00779
 Standard Error .01508

Análisis de Varianza

	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Promedio
Regresión	1	.00010	.00010
Residual	70	.01593	.00023

F = .45114 Signif F = .5040