

EVALUACION DE DOS PROGRAMAS DE FERTILIZACION CON  
ADICION DE BORO Y MATERIA ORGANICA PARA ELIMINAR  
LA INCIDENCIA DE "PATA VERDE" EN COLIFLOR  
( Brassica oleraceae var. botrytis )



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

EVALUACION DE DOS PROGRAMAS DE FERTILIZACION CON  
ADICION DE BORO Y MATERIA ORGANICA PARA ELIMINAR  
LA INCIDENCIA DE "PATA VERDE" EN COLIFLOR  
( Brassica oleraceae var. botrytis )

RAUL ALFONSO RIVERA CORDOVA

Trabajo Profesional presentado para optar  
el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico  
de licenciado en Ciencias Agrícolas


Guatemala

1994

Vo. Bo. :

(f)   
Ing. Agr. M. C. José Jesús Chonay  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Ing. Agr. M. C. José Jesús Chonay

(f)   
Dr. Romeo Martínez Rodas

(f)   
Ing. Agr. Alvaro Del Cid

Fecha de Aprobación: 22 de julio de 1994.

TESIS QUE DEDICO

A Dios

A mi esposa

A mi hijo

A mis padres

A mis abuelos

A mis hermanos

A mis familiares y amigos

En especial a mi padre, Raúl Alfonso Rivera Aparicio, quien siempre me apoyó e impulsó en mis estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. M.C. José Jesús Chonay P., por su valiosa ayuda en la asesoría del presente trabajo.

Al Ing. Agr. M.C. Orlando Arjona, por la orientación prestada en el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Agr. Helmut Leal, por toda su colaboración para la realización de este estudio.

Al personal de INEXA, por su colaboración prestada.

Al Ing. Agr. Fulgencio Garavito, por la ayuda y material prestado para llevar acabo este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. HIPOTESIS	4
IV. OBJETIVOS	5
A. Generales	5
B. Específicos	5
V. REVISION DE LITERATURA	6
A. Generalidades del cultivo	6
B. Elementos esenciales en la nutrición de la coliflor	8
C. Importancia del boro en la nutrición de las plantas	9
D. Importancia del boro en la nutrición de las crucíferas	11
E. Importancia de la materia orgánica en los suelos	15
VI. MATERIALES Y METODOS	18
A. Localización	18
B. Características del suelo, agua de riego y materia orgánica (gallinaza) aplicados.	18

	Página
1. Suelo	18
2. Agua	19
3. Materia orgánica	19
C. Híbrido White Cloud	20
D. Prácticas culturales	20
E. Toma de muestras	22
F. Metodología experimental	23
1. Tratamientos	25
2. Testigos	26
3. Parcela experimental	26
4. Planificación del diseño de bloques al azar	27
5. Análisis de varianza para los tratamientos y testigos	28
6. Análisis de varianza para los tratamientos (Factorial 2x2x2)	28
7. Análisis no paramétrico	29
VII. RESULTADOS	30
VIII. DISCUSION	43
IX. CONCLUSIONES	50
X. RECOMENDACIONES	52
XI. BIBLIOGRAFIA	53

APENDICE

A.	Contenido de nutrientes en las inflorescencias de coliflor	58
B.	Fertilizantes utilizados en los diferentes tratamientos	59
C.	Método de extracción de la clorofila	60
D.	Análisis de suelo	62
E.	Análisis de agua	64
F.	Análisis de la materia orgánica	65
G.	Productos utilizados en el control de las plagas y enfermedades de la coliflor	66
H.	Coloración y contenido de clorofila en las inflorescencias de coliflor	68
I.	Datos Agrometeorológicos	75

## LISTA DE TABLAS

	Página
7.1 Cuadrado medio del análisis de varianza del contenido de clorofila "a", "b" y "a+b"; en la primera y segunda cosecha.	31
7.2 Rendimiento (kg) y número de cabezas de coliflor por hectárea obtenidos por efecto de los programas de fertilización, aplicación de boro y materia orgánica.	33
7.3 Contenidos (%) de N, P, K, Ca, Mg y Na, en las diferentes edades de la coliflor.	36
7.4 Contenidos (ppm) de Fe, Cu, Mn, Zn y B, en las diferentes edades de la coliflor.	36
7.5 Cuadrado medio del análisis de la varianza de la concentración de nutrientes en diferentes edades de la coliflor	39
7.6 Cuadrado medio del análisis de varianza de los kilogramos y cabezas de coliflor cosechadas por parcela.	39
7.7 Efecto factorial promedio de la concentración de nutrientes.	40
7.8 Acumulación de nutrientes en kg/ha, de las inflorescencias de coliflor con rendimientos de 21,333 kg/ha	42
H.1 Coloración de las inflorescencias de la primer repetición	69
H.2 Coloración de las inflorescencias de la segunda repetición	70

	Página
H.3 Coloración de las inflorescencias de la tercera repetición	71
H.4 Coloración de las inflorescencias de la cuarta repetición	72
H.5 Contenido promedio de clorofila en la primer cosecha (gr/lt)	73
H.6 Contenido promedio de clorofila en la segunda cosecha (gr/lt)	74
I.1 Porcentaje de humedad del suelo (secado a 105 grados centígrados)	76
I.2 Precipitación pluvial (milímetros) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993	77
I.3 Temperatura ambiente (grados centígrados) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993	78
I.4 Temperatura mínima (grados centígrados) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993	79

## LISTA DE CUADROS

	Página
5.1 Requerimientos nutricionales de la coliflor	8
7.1 Análisis no paramétrico de las inflorescencias, según su coloración por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.	31
A.1 Contenido de nutrientes en las inflorescencias deshidratadas de coliflor provenientes de los Estados Unidos de América	58
A.2 Contenido de nutrientes en las inflorescencias deshidratadas de coliflor provenientes de Guatemala	58
B.1 Fertilizantes utilizados en los diferentes tratamientos	59
D.1 Análisis físico del suelo	62
D.2 Análisis químico del suelo	63
E.1 Análisis químico del agua	64
F.1 Análisis químico de la materia orgánica (Gallinaza deshidratada)	65
G.1 Productos utilizados en el control de las plagas y enfermedades de la coliflor	67

## LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

Gráficas	Página
7.1 Kilogramos por hectárea (promedio) de coliflor producidos por los diferentes tratamientos y testigos	34
7.2 Variación del contenido de N, P, K, Ca, Mg y Na (%) en diferentes edades de la coliflor	37
7.3 Variación del contenido de Fe, Cu, Mn, Zn y B (ppm) en diferentes edades de la coliflor	38
Figuras	
6.1 Distribución de Bloque al Azar, ensayo de campo, Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepéquez	27

## RESUMEN

El presente trabajo pretende, mediante la aplicación de boro, materia orgánica y de dos programas de fertilización, se pueda eliminar la coloración denominada "Pata Verde". Este es uno de los principales problemas de carácter fisiológico que se presenta en la coliflor, y consiste en una coloración verde tenue localizada en los pedicelos de las inflorescencias que se presenta en la etapa de cosecha. Esta coloración disminuye la calidad de la coliflor para propósitos de exportación, especialmente en el mercado de los Estados Unidos de América.

Para poder determinar la presencia de clorofila en los pedicelos de las inflorescencias se extrajo en el laboratorio dicho pigmento, obteniéndose valores para la clorofila "a" y "b". Asimismo, se analizó a lo largo de las diferentes etapas fenológicas de la planta, la presencia de los siguientes nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso, sodio, zinc y boro, obteniéndose la cantidad de nutrientes extraídos durante el período de formación de las inflorescencias.

Al final de este trabajo, se pudo concluir que

ninguno de los tratamientos aplicados contribuyeron a reducir la presencia de "Pata Verde". El contenido de clorofila fue similar ( no presentó diferencia significativa) en los diferentes tratamientos. En todos los casos, la presencia de este pigmento era reducido o casi nulo.

## I. INTRODUCCION

Los productos no tradicionales de exportación están tomando cada vez mayor importancia como fuente de ingreso de divisas para el país, pudiéndose observar en ellos, una tendencia al alza en los bienes, como el vestuario, con \$ 110 millones <sup>1/</sup>, verduras y legumbres, con \$ 43 millones y los productos químicos, con \$ 35 millones anuales.

Entre uno de los cultivos de importancia en el grupo de verduras y legumbres, se encuentra la coliflor, que ha mostrado una tendencia decreciente, ya que de 16,760 toneladas producidas en 1985 disminuyó a 15,161 toneladas en 1989; ello implica una tasa negativa de 2.0 %.

De la producción de 1989 se exportó alrededor de un 18 % o sea 2,711 toneladas, de las cuales El Salvador importó el 49 % y Estados Unidos de América el 48 %. Lo anterior significa que del total de coliflor producida, el consumo interno absorbió alrededor de 12,450 toneladas en mil novecientos ochenta y nueve (Hernández 1990).

Esta verdura ha ido desplazando poco a poco a los

---

1/ 1 \$ U.S. = 5.60 Q., según el Banco de Guatemala.

cultivos tradicionales como el maíz y frijol producidos en el altiplano central, incrementando los ingresos por unidad de área, a todas aquellas personas que trabajan estas tierras. De tal manera que en la actualidad se cultivan más de 1,200 hectáreas distribuidas principalmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Quetzaltenango, proporcionando trabajo a unas 150,000 personas (Hernández 1990).

## II. JUSTIFICACION

Guatemala cuenta con las condiciones agroecológicas ideales para el cultivo de la coliflor (Brassica oleraceae var. botrytis L. 1753), pero debido a la presencia del problema fisiológico conocido como "Pata Verde", que se presenta en las inflorescencias en la etapa de cosecha y postcosecha, han disminuido sus posibilidades para la exportación.

Se supone que el desorden es causado por una deficiencia de boro, al encontrarse una marcada diferencia en los contenidos de este elemento entre plantas sanas provenientes de los Estados Unidos y plantas cultivadas en Guatemala (Apéndice A).

Por lo anterior, se tratará de evaluar la presencia o no de "Pata Verde" en el híbrido de coliflor White Cloud, cuando se utilizan programas de fertilización, aplicaciones de boro y materia orgánica. Al final de estas pruebas, se evaluarán los rendimientos y la calidad con base en la coloración de las inflorescencias de las coliflores producidas.

### III. HIPOTESIS

La aplicación de boro, materia orgánica y de dos programas de fertilización, puede eliminar la coloración verde denominada "Pata Verde" en la coliflor.

#### IV. OBJETIVOS

##### A. General

Obtener inflorescencias de coliflor libres de la coloración denominada "Pata Verde".

##### B. Específico

Determinar el efecto de programas de fertilización, boro y de la materia orgánica sobre la eliminación de "Pata Verde".

## V. REVISION DE LITERATURA

### A. Generalidades del cultivo.

Las coles (Brassica spp) son plantas aborígenes del Asia Occidental y Europa. Su siembra se remonta a 2,500 años A.C., lo cual puede reconocerse por el gran número de razas que existen y por las modificaciones profundas que se han sumado a los caracteres de la planta primitiva (Paz 1984).

Los griegos y romanos citan distintos tipos de coles, que eran recomendadas para propósitos medicinales, especialmente para eliminar problemas gastrointestinales, y las hojas para cubrir heridas y úlceras. Estas fueron introducidas con este fin en Europa en el siglo IX, adquiriendo luego importancia para el consumo humano (Paz 1984).

La coliflor es una planta de hábito bianual, produce semillas hasta el segundo año de cultivada. De tallo erguido, alcanza alturas de 60 - 90 cm., con hojas largas, carnosas de color verde. Se le cultiva para el aprovechamiento de sus flores en formación que se presentan en una masa compacta, granulosa, de color blanco o crema, prefiriéndose para los fines de mercado las variedades de color completamente blanco. Se produce por medio de semillas, que conservan su poder de

germinación durante 3 a 4 años (Gudiel 1987).

Se adapta a una gran variedad de clases texturales de suelos de preferencia aquellos franco arcillosos con buen contenido de materia orgánica, buen drenaje y un pH de 6.0 a 6.8 (Gudiel 1987).

El clima adecuado es el templado y frío, y alturas comprendidas entre los 3,000 a 9,000 pies sobre el nivel del mar, para las latitudes del área de Centroamérica, países del Caribe y otros comprendidos dentro de esta zona, con temperatura ambiental entre los 15 y 21 grados centígrados (Gudiel 1987).

En los catálogos comerciales, generalmente se clasifican las variedades de coliflor como de tipo temprano y tardío. Para la mayoría de las condiciones de Latinoamérica las variedades tempranas parecen mostrar una adaptación satisfactoria, y estas son en su mayor parte derivaciones de las variedades Snowball originada en Holanda y Dinamarca, denominada antes Erfurt. Las variedades precoces se conocen como Early Snowball, Snowdrift, Super-Snowball, Snowball A. y Snowball E., las que difieren en el número de días hasta la cosecha, el tamaño de la planta y el de la inflorescencia (Casseres 1966).

En Guatemala, las variedades e híbridos que más se utilizan son: Snowball, Cristal, Snowball 76, White

Cloud HIB , Super Snowball, Chistmas White HIB., Serrano HIB., Early Glacier HIB., Candid Charm, Incline, etc. Obteniéndose rendimientos entre 19,500 kg/ha y 32,200 kg/ha.

B. Elementos esenciales en la nutrición de la coliflor.

La planta toma del suelo los elementos químicos necesarios para su crecimiento, con excepción del carbono, el hidrógeno y el oxígeno. De aquí la importancia de la presencia y disponibilidad o accesibilidad de éstos (Rojas 1979). Algunos datos de extracción de nutrientes por la planta de coliflor se presenta en el cuadro 5.1.

En la solución del suelo se encuentran iones y cationes, algunos absorbidos en el complejo de cambio. Cuando se agrega una solución al suelo, los cationes de la solución pueden reemplazar a los absorbidos (Rojas 1979).

Cuadro 5.1 Requerimientos nutricionales de la coliflor segun Lorenz y Maynard.

<u>Nutriente</u>	<u>Cantidad</u> (kg/ha)
Nitrógeno (N)	194.3
Fósforo (P)	50.9
Potasio (K)	133.9
Boro (B)	6.0

C. Importancia del boro en la nutrición de las plantas.

El boro es absorbido en una o más de sus formas iónicas y se requiere en cantidades generalmente pequeñas (Tisdale y Nelson 1988).

El boro no es movilizado rápidamente en la planta, y en caso de deficiencia, el síntoma visual es la formación de entrenudos cortos y la muerte del tejido meristemático. Las hojas jóvenes se vuelven más cloróticas en la base que en el ápice. Los tejidos basales se resquebrajan, y si el crecimiento continúa las hojas se retuercen. Usualmente las hojas mueren y el crecimiento terminal cesa (Tisdale y Nelson 1988).

Unas de las funciones atribuidas a este nutriente es en el metabolismo de los carbohidratos, que es donde se facilita el movimiento de los azúcares formando un complejo boro-azúcar o uniendo la membrana de las células, de tal manera que se hacen más permeables a los azúcares (Tisdale y Nelson 1988).

La sintomatología de la deficiencia de boro está asociada con la deficiencia de azúcar, puesto que las áreas de alta actividad metabólica necesitan grandes cantidades de esta. Estas áreas son las primeras en ser afectadas bajo condiciones de deficiencia de boro. El papel del boro en la traslocación del azúcar ha sido comprobado por el uso de sacarosa marcada con  $C^{14}$ .

Mediante esta prueba se concluyó que la movilidad y traslocación del azúcar es retardada en las plantas por deficiencia de boro. La fotosíntesis en presencia de  $C^{14}$  también apoya la teoría de Gauch y Dugger sobre la facilidad de traslocación de azúcares (Devlin 1975).

Por otra parte, se cree que el boro tiene influencia en el desarrollo de las células por el control que ejerce en la formación de los polisacáridos. Asimismo contribuye en la velocidad de división de las células en las plantas e interviene en la síntesis de la pectina (Tisdale y Nelson 1988).

Otra función atribuida a este elemento es la inhibición de la formación de almidón mediante combinación con la parte activa de la fosforilasa. De esta manera, quizá el boro tiene una función protectora, al prevenir la excesiva polimerización de los azúcares (Tisdale y Nelson 1988).

Se ha encontrado también que la adición de boro incrementa el transporte de productos de fotosíntesis (Bidwell 1979).

Trabajos llevados a cabo en el Reino Unido han mostrado que en ausencia de boro existe un cese de división celular acompañado por un alargamiento de las células apicales de las raíces de judías cultivadas en soluciones nutritivas. La división celular no parece

cesar debido a una deficiencia de azúcar, proteínas o ácido nucleico, y se postuló que en la ausencia de boro, anomalías en la pared celular no predisponen a la célula a organizarse para la mitosis (Tisdale y Nelson 1988).

Recientes trabajos llevados a cabo en Rusia han mostrado que la deficiencia de boro hace disminuir el contenido de ácido ribonucleico (ARN) en los vértices de los brotes y en las raíces en plantas de judías y de girasol cultivadas en solución nutritiva. El ácido desoxiribonucleico (ADN) de estos órganos también se redujo en los girasoles. Al aplicarse boro, el retorno a un contenido normal de ARN y ADN de los brotes y de las raíces indujo a la conclusión que una deficiencia de boro provoca trastornos en el metabolismo de ácido nucleico, más bien que en el metabolismo de los hidratos de carbono (Tisdale y Nelson 1988).

#### D. Importancia del boro en la nutrición de las crucíferas.

La deficiencia de boro es más notoria en la coliflor que en otras Brassicas. Se inicia primero con manchas de color café en la inflorescencia, las que se extienden hacia abajo por el centro de los pedicelos de las flores y por el tallo de la misma, los que a veces se vuelven

huecos. La parte comestible afectada se torna amarga y el follaje cambia de color, volviéndose quebradizo, con un enrollamiento hacia abajo de las hojas más viejas, seguido de la aparición de daños en el lado superior de la vena central de la hoja. Según varios trabajos, la deficiencia se corrige aplicando bórax común (Tetraborato de sodio:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). La cantidad por aplicar depende de varios factores, pero por lo general 10 a 15 kg/ha son suficientes en suelos ácidos, aunque hay peligro de toxicidad si se aplica demasiado. El boro puede quedar inaccesible en los suelos neutrales o alcalinos (Casseres 1966).

Se cree que el boro experimenta una retraslocación limitada luego del transporte primario a los tejidos transpirantes. Sin embargo, actualmente hay evidencia que sugiere que el boro es móvil en el floema, en un número de plantas incluyendo al maní, brócoli, uva, rutabaga, rábano y coliflor. Las hortalizas del género Brassica son susceptibles a deficiencias de boro, cuando la concentración es menor que los niveles críticos (Shelp 1988).

Shelp (1988) encontró evidencia que, aunque el movimiento del boro ocurre predominantemente en el xilema, este era móvil en el floema y era redistribuido cuando la planta era sometida a una severa deficiencia

de éste. Cuando el suministro de boro, en plantas de brócoli era adecuado para un crecimiento normal, había un gradiente decreciente abrupto de boro, de tejidos viejos a jóvenes, particularmente en la inflorescencia en desarrollo. Sin embargo, en las plantas cuyo suministro era continuamente bajo, la pendiente del gradiente decrecía y todas las partes de la planta poseían niveles de boro similares en sus tejidos.

La composición elemental relativa, y en particular de calcio, manganeso y boro presente en la inflorescencia, comparado con hojas adultas coincidía con la composición de la savia del floema y xilema, respectivamente. Los niveles de las concentraciones de los elementos en tejidos jóvenes comparado con los tejidos adultos fueron también consistentes con la movilidad en el floema, de nitrógeno, fósforo y potasio, y la inmovilidad de calcio y manganeso, indicando que la inflorescencia y algunas hojas jóvenes son suministradas con nutrientes vía flujo del floema (Shelp 1988).

Shelp (1988) ha indicado recientemente que durante una escasez de boro, éste es traslocado en el floema a las hojas jóvenes en desarrollo y raíces de almacenamiento o inflorescencia en rábano, rutabaga y coliflor.

La deficiencia de boro también afectó el contenido

de materia fresca e incrementó las concentraciones totales de nitrógeno ( $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4^+$ ) de los azúcares en los fluidos de transporte, sugiriendo que la deficiencia de boro reduce la disponibilidad de carbono para llevar a las regiones de los brotes, así como para la asimilación del nitrógeno inorgánico a las hojas fotosintetizantes. Los resultados precedentes pueden ser explicados por la deteriorada síntesis y movimiento de sucrosa. Sin embargo, ambos resultados pueden estar relacionados con una inhibición general de la síntesis proteica o más específicamente con la síntesis del uracil. Aun más, los numerosos cambios en la composición de amino ácidos observados bajo niveles deficientes y tóxicos de boro sugiere que su influencia es trascendente (Shelp 1988).

Segun Francois (1986), a pesar que el boro es un constituyente esencial en la solución del suelo para un crecimiento normal de las plantas, la diferencia entre concentraciones adecuadas y tóxicas puede ser de apenas unos cuantos miligramos por litro. Consecuentemente, aplicaciones excesivas de fertilizante que contienen boro con aguas de irrigación con boro provocan niveles tóxicos de este elemento en el suelo. La absorción de este exceso de boro por el cultivo causa daños a las plantas y bajas en los rendimientos.

Se ha reportado que el boro es llevado a las hojas

por el torrente transpiratorial, donde se mueve del xilema a los vasos y se acumula en el ápice y márgenes de la hoja, originando necrosis de la hoja (Francois 1986).

#### E. Importancia de la materia orgánica en los suelos.

La materia orgánica es una porción activa e importante de un suelo. Aunque la mayoría de los suelos cultivados contienen solamente de 1 a 5% de materia orgánica (en el horizonte Ao), esa pequeña cantidad puede modificar las propiedades químicas y biológicas. La materia orgánica es responsable de la estructura, la porosidad, las relaciones agua y aire y reduce la erosión ocasionada por el agua y el viento. Es la fuente del suelo de casi todo el nitrógeno, de 5 a 60% del fósforo, un 80% del azufre, además contiene boro y molibdeno. La materia orgánica está en constante mineralización y debe ser remplazada continuamente para mantener la productividad del suelo (Donahue et al. 1977).

Todas las partes de los organismos vivos o muertos, plantas o animales añadidos al suelo, llegan a ser parte de la materia orgánica del suelo. La mayor fuente de materia orgánica son las raíces y partes aéreas no utilizadas de las plantas. Cuando los residuos de

cultivos son removidos del campo, fuertes cantidades de estiércol u otros residuos orgánicos deben ser incorporados al suelo para restaurar los contenidos de materia orgánica (Donahue et al. 1977).

La materia orgánica es principalmente carbono (cerca del 58% por peso), con menos cantidades de hidrógeno, oxígeno y otros elementos. Los átomos de carbono unidos entre sí en cadenas de carbono son el "esqueleto" básico de los materiales orgánicos. Los átomos de carbono, y pequeñas cantidades de nitrógeno, azufre, fósforo y otros elementos hacen el resto de las sustancias orgánicas que abarcan ligninas y proteínas (el porcentaje más alto), aminoácidos, celulosa y otros carbohidratos, aceites, ceras y taninos (Donahue et al. 1977).

Las bacterias y hongos son los más activos agentes de descomposición de materia orgánica, además de unas cuantas algas, lombrices de tierra, insectos y nemátodos. Tanto bacterias como hongos trabajan en condiciones óptimas en suelos húmedos, a temperaturas de 95°F (35 °C) y en suelos con un pH cercano al neutro (Donahue et al. 1977).

La actividad intensa de descomposición está asociada con un aumento considerable en el número de bacterias. Existe una localización marcada de la actividad

bacteriana en la proximidad de las raíces en crecimiento, donde las células epidermíticas y corticales, así como las fibras de las raíces muertas, están descomponiéndose continuamente (Robinson, 1967).

Los hongos están presentes en menor cantidad que las bacterias, aunque son muy abundantes en los suelos orgánicos con reacción ácida. En estos suelos, la descomposición de la materia es realizada casi en forma exclusiva por los hongos (Robinson, 1967).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### A. Localización

El ensayo se estableció en los terrenos de la empresa INEXA 2/, ubicada en el Municipio de Santo Tomás Milpas Altas, del Departamento de Sacatepéquez, localizado entre la latitud: 14 33' y la longitud: 91 40', y se encuentra a una altura que varia de 1,830 a 1,950 msnm., con una precipitación pluvial que oscila entre los 1,000 y 1,500 mm anuales, y con suelo de la serie Alotenango.

### B. Características del suelo, agua de riego y materia orgánica.

1. Suelo. En los análisis realizados en los laboratorios del ICTA 3/ (Apéndice D) se determinó que el suelo contiene: 18.8% arcilla, 22.35% limo y 58.85% de arena, lo que corresponde a una clase textural franco arenosa. Este suelo posee un pH ácido (5.0) y los diferentes nutrientes se presentan en la siguiente forma: el nivel de nitrógeno en forma de  $\text{NH}_4$  es adecuado y los  $\text{NO}_3$  un poco altos; el fósforo presenta un

---

2/ INEXA : Industria Exportadora de Alimentos S.A.

3/ ICTA : Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola.

nivel adecuado, y el potasio alto; el calcio, magnesio, hierro y manganeso se presentaron adecuados; el boro, el cobre y el zinc se mostraron bajos con relación a los requerimientos nutricionales de las plantas de coliflor.

2. Agua. El agua que se utilizó para el riego, presentó las siguientes características: Un pH ligeramente alcalino (7.6). Respecto de los nutrientes que se encontraron (Apéndice E): el nitrógeno y el fósforo se presentaron altos, mientras que el potasio, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, zinc y sodio aparecieron normales (con relación a los niveles óptimos de las aguas de riego), con base en los datos obtenidos en el laboratorio.

Esta muestra presentó alto contenido de  $\text{HCO}_3$ .

3. Materia orgánica. Para aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, se utilizó gallinaza, la cual presentaba un pH ligeramente alcalino (7.7) y una concentración de materia orgánica de 10.3%. El análisis químico presentó los siguientes resultados (Apéndice F): el nitrógeno, el fósforo, potasio, boro, hierro y zinc se presentaron en concentraciones bastante altas; el calcio, magnesio y

manganeso se encontraron en cantidades medias, y el aluminio bastante bajo, con base en la interpretación y los datos reportados por el laboratorio.

#### C. Híbrido White Cloud.

Las plantas del híbrido White Cloud son fuertes, vigorosas y con inflorescencias firmes, redondas y blancas. Las semillas de este híbrido germinan entre siete y catorce días después de sembradas, estando listas la inflorescencias para ser cosechadas entre los cincuenta y setenta días después del trasplante.

#### D. Prácticas culturales

La preparación del terreno se realizó utilizándose para ello arado y tractor. Tres días después del paso del arado se procedió a trazar las unidades experimentales, las cuales quedaron distribuidas como se muestra en la figura 7.1.

El semillero se realizó en un invernadero con temperatura y humedad controlada, en donde se cultivaron las plantas sobre un material inerte desinfectado. Se procedió a dar un riego profundo a fin de estimular la germinación, y se continuó regando dos o tres veces por semana para mantener la humedad del semillero.

Después que las plantas cumplieron ocho días de nacidas se les aplicó una mezcla de fungicida, abono foliar 20-20-20 e insecticida cada cinco días, hasta llegar al trasplante.

Para el trasplante de las plántulas al campo, previamente se realizaron los trabajos de ahoyado, y de desinfección del suelo con insecticida (cloropirifós) en una dosis de 32.47 kg/ha y adición de gallinaza deshidratada a razón de 972 kg/ha.

Se colocó una planta por postura, a una distancia de 0.50 m entre planta y 0.60 m entre surco.

El riego se hizo necesario debido a la falta de lluvia, aplicándose durante una hora, dos veces por semana.

Se tuvo un control permanente de las plagas y enfermedades, variando los intervalos de aplicación de acuerdo a la severidad del ataque (Apéndice F).

A los diez días de haber realizado el trasplante, se hizo la aplicación del fertilizante 20-20-0, así como de los micronutrientes magnesio y boro (Apéndice B).

A los veinte días de haber efectuado la siembra se realizó el deshojado, el cual consiste en eliminar las hojas más cercanas al suelo. Luego, se procedió a realizar la calza, a fin de mejorar el anclaje de las plantas y a los treinta y cinco días se procedió a

aplicar urea, según los tratamientos ya establecidos (Apéndice B).

Cincuenta y ocho días después de haber transplantado las plántulas, se procedió a cubrir las inflorescencias con las hojas superiores de la planta, para evitar que las cabezas se mancharan por la radiación solar. La cosecha se inició a los setenta y cinco días después del trasplante, para lo cual se realizaron cuatro cortes con intervalo de cuatro días.

#### E. Toma de muestras

Antes de realizar el trasplante, se tomaron muestras de suelo, que fueron analizadas en laboratorio (Apéndice D).

Para el análisis de tejidos, se tomó una hoja madura del centro del tallo de cada planta, que formaba la parcela neta de conformidad con los siguientes criterios: al momento del trasplante, quince días después del trasplante y a sesenta días después de esta labor cultural.

Todas estas muestras se analizaron para determinar el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc.

Para el análisis del contenido de clorofila, se tomó una submuestra de los pedicelos de cada inflorescencia

producida dentro de la parcela neta de cada tratamiento, al momento de la cosecha (Apéndice C), analizándose los contenidos de clorofila "a" y "b".

#### F. Metodología experimental

Debido a la naturaleza del proyecto y sus implicaciones de manejo, el diseño que mejor se ajustó fue el de bloques al azar, con cuatro repeticiones cada unidad experimental.

En este diseño, los tratamientos se asignan aleatoriamente a un grupo de unidades experimentales denominado bloque o repetición. Bloque es el término más adecuado, puesto que evita confusión con las repeticiones del diseño completamente aleatorio (Little y Hill 1987).

El modelo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y = A + B_i + P_j + B_k + M.O._l + P B_{(jk)} + P M.O._{(jl)} + B M.O._{(kl)} + C_{ijkl}$$

Donde: A = Media de la población.

$B_i$  = Efecto del tratamiento i aplicado en la parcela observada.

$P_j$  = Efecto del Programa de fertilización.

$B_k$  = Efecto del Boro.

$M.O._l$  = Efecto de la Materia orgánica.

$P B_{(jk)}$  = Efecto de la interacción entre el programa de fertilización y la aplicación de boro.

P M.O. = Efecto de la interacción entre el pro-  
(jl) grama de fertilización y la aplicación  
de materia orgánica.

B M.O. = Efecto de la interacción entre la apli-  
(kl) cación de boro y materia orgánica.

C = Variación no explicada o error  
ijkl experimental en la parcela.

1. Tratamientos

- A = Fertilización tradicional (Apéndice B), con 3.24 kg/ha de boro y sin materia orgánica.
- B = Fertilización tradicional, con 6.48 kg/ha de boro y sin materia orgánica.
- C = Fertilización tradicional, con 3.24 kg/ha de boro y con materia orgánica.
- D = Fertilización tradicional, con 6.48 kg/ha de boro y con materia orgánica.
- E = Fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales de la coliflor (apéndice B), con 3.24 kg/ha de boro y sin materia orgánica.
- F = Fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales de la coliflor, con 6.48 kg/ha de boro y sin materia orgánica.
- G = Fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales de la coliflor, con 3.24 kg/ha de boro y con materia orgánica.
- H = Fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales de la coliflor, con 6.48 kg/ha de boro y con materia orgánica.

## 2. Testigos

I = Sin aplicar algún tipo de fertilizante.

J = Aplicando sólo materia orgánica.

K = Fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos nutricionales de la coliflor, sin magnesio, sin boro, pero con materia orgánica.

L = Fertilización tradicional, sin boro y sin materia orgánica.

## 3. Parcela experimental

La parcela total consistió en cinco surcos con once plantas por surco. Obteniéndose una parcela neta de tres surcos con nueve plantas por surco. Teniendo cincuenta y cinco plantas la parcela total y veintisiete plantas la parcela neta.

## 4. Planificación del diseño de Bloques al Azar.

Figura 6.1 Distribución de bloques al azar, ensayo de campo, Santo Tomás Milpas Altas, Sacatepéquez.

Bloque No.1

I	E	G	K	F	L
H	D	A	B	C	J

Bloque No. 2

K	B	A	J	L	H
D	G	I	C	E	F

Bloque No. 3

B	E	H	C	L	D
F	I	J	G	A	K

Bloque No.4

F	B	A	H	L	K
C	D	I	E	G	J



N

5. Análisis de varianza para los tratamientos Y testigos

Fuente de variación	gl	SC	CM	F obs.	F requerido 5% 1%
Tratamientos	11				
Bloques	3				
Error	33				
Total	47				

6. Análisis de varianza para los 8 tratamientos:  
(Factorial 2 x 2 x 2 )

Fuente de variación	gl	SC	CM	F obs.	F requerido 5% 1%
Tratamientos					
Fertilización Química (F.Q.)	1				
Boro	1				
Materia Orgánica (M.O.)	1				
F.Q. x Boro	1				
F.Q. x M.O.	1				
Boro x M.O.	1				
F.Q. x Boro x M.O.	1				
Bloques	3				
Error	21				
Total	31				

Para poder comparar los diferentes tratamientos en que se encontró significancia al realizar el análisis de varianza, se utilizó la prueba de "Yates".

#### 7. Análisis no paramétrico.

Para el análisis de las observaciones de la coloración de los floretes de la coliflor, se utilizó la prueba de Kolmogorov - Smirnov.

## VII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los programas de fertilización, así como por la aplicación de diferentes dosis de boro y de materia orgánica, no redujeron la presencia de la pigmentación verde en las inflorescencias, conocida como "Pata Verde". En todos los tratamientos, se pudo observar una cierta coloración verde, como se muestra en el Apéndice H.

Al analizar estos resultados por medio de la prueba no paramétrica de Kolmogorov - Smirnov (Cuadro 7.1), se reafirman las conclusiones finales, puesto que en este se determinó la presencia de coloración verde en las inflorescencias.

Para determinar la concentración de clorofila en los floretes, se hizo el análisis descrito en el Apéndice C y los resultados son los que aparecen en el Apéndice H, Tablas H.1, H.2, H.3 y H.4. Como se muestra en estos análisis, la presencia de clorofila es mínima o nula en ciertos casos. También se comprobó por medio del análisis de varianza (Tabla 7.1), que en los tratamientos no hubo diferencia en los niveles de clorofila.

Respecto de los rendimientos obtenidos en los tratamientos, se pudo observar que éstos se encontraban

Cuadro 7.1 Análisis no-paramétrico de las inflorescencias, según su coloración por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Rango	1	2	3	4
No. de inflorescencias en cada rango	0	33	85	65
Distribución acumulativa de coliflores encontradas respecto de la hipótesis	1/4	2/4	3/4	4/4
Distribución acumulativa de coliflores observadas	0/183	33/183	118/183	183/183
Maxima desviación	0.25*	0.32*	0.11*	0

\* = significativo al 5%.

Rangos:

Blanco = 1  
 Muy poco verde = 2  
 Poco verde = 3  
 verde = 4

"D" de tabla (5%)

$D = 1.36 / 183 = 0.10$

Tabla 7.1 Cuadrado medio del análisis de varianza del contenido de clorofila "a", "b" y "a + b", en la primera y segunda cosecha.

Clorofila	Grados de libertad	Cosecha	Cuadrado Medio
a	11.00	primera	0.628 NS
b	11.00	primera	1.612 NS
a + b	11.00	primera	0.968 NS
a	11.00	segunda	0.416 NS
b	11.00	segunda	2.075 NS
a + b	11.00	segunda	3.749 NS

NS No significativo

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

entre 17,700 a 26,600 kilogramos por hectárea, (Tabla 7.2 y Gráfica 7.1). Ello nos indica que los tratamientos "D", "G", "H" y "E"; fueron los más productivos. Mientras que el "B", "F", "L" y "K"; tuvieron en menor rendimiento.

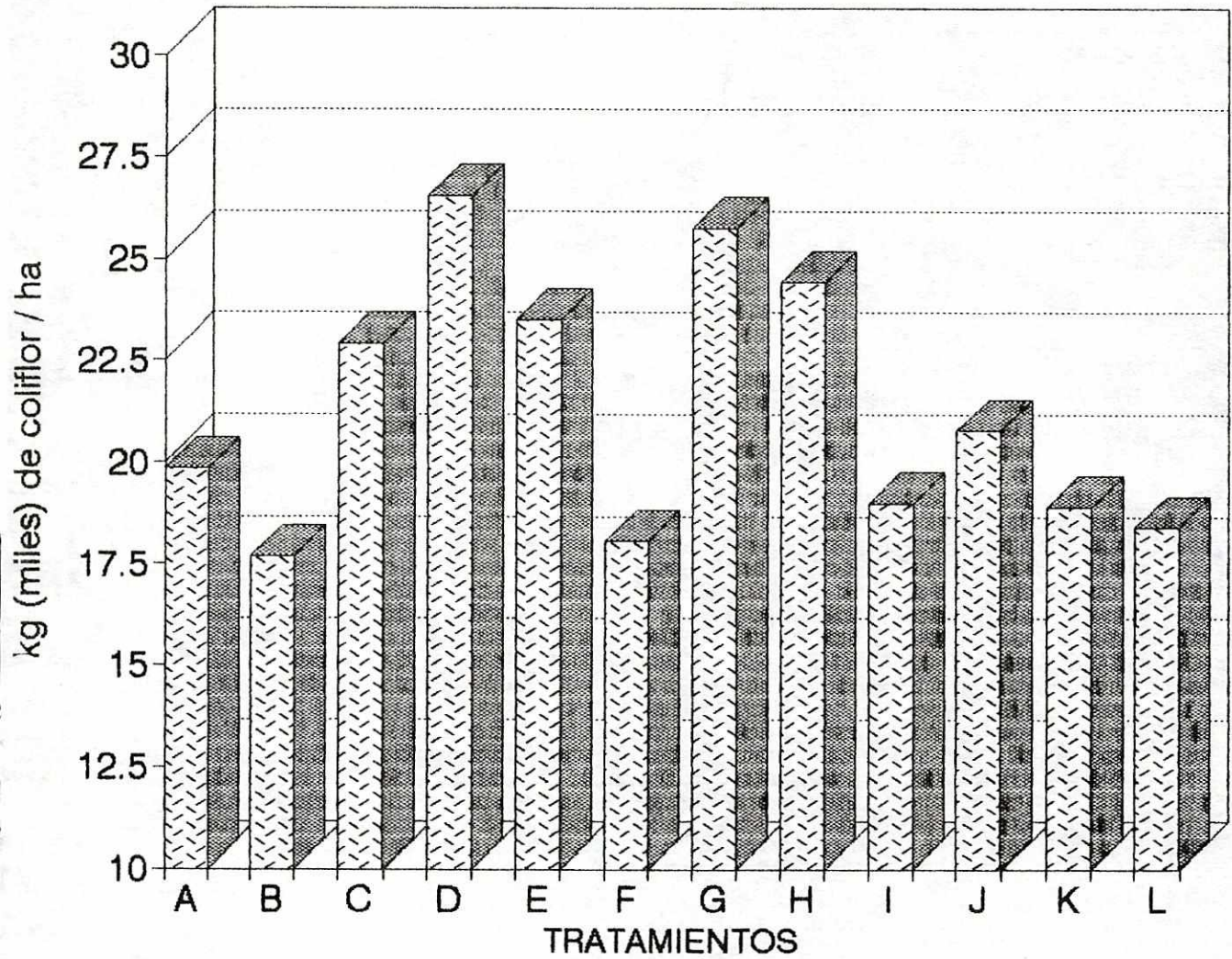
En relación a las inflorescencias que se cosecharon, se observó que los tratamientos y testigos "G", "E", "I" y "C" tuvieron un mayor número de inflorescencias, mientras que en los tratamientos "B", "J", "A" y "H" el número fue menor y los demás tratamientos estaban en niveles intermedios (Tabla 7.2).

Por las observaciones de campo, se determinó que los tratamientos "I" y "F", presentaban menor cantidad de follaje al momento de obtener las muestras para el tercer análisis foliar realizado a los sesenta días después del trasplante. Las parcela "L" y "A" se mostraron intermedias, mientras que en los tratamientos "H", "K", "C", "D", "E", "G", "J" y "B" se observó un follaje abundante.

Los análisis de : nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, cobre, manganeso, zinc y boro se realizaron al momento del trasplante el primer análisis foliar, quince días después del trasplante el segundo análisis foliar, sesenta días después de la práctica antes mencionada en el tercer análisis foliar y

Tabla 7.2 Rendimiento (kg) y número de cabezas de coliflor por hectárea obtenidos por efecto de los programas de fertilización, aplicación de boro y materia orgánica.

Tratamiento	Total por hectárea (kg/ha)	Total por hectárea (cabezas/ha)
Fert. trad. + 3.24 kg/ha de boro	19,843.75	27,160
Fert. trad. + 6.48 kg/ha de boro	17,718.75	24,891
Fert. trad. + 3.24 kg/ha de boro + M.O.	22,916.67	28,704
Fert. trad. + 6.48 kg/ha de boro + M.O.	26,572.92	28,395
Fert. análisis suelo + 3.24 kg/ha de boro	23,510.42	30,864
Fert. análisis de suelo + 6.48 kg/ha de boro.	18,072.92	27,469
Fert. análisis de suelo + 3.24 kg/ha de boro + M.O.	25,755.21	31,173
Fert. análisis de suelo + 6.48 kg/ha de boro + M.O.	24,453.13	27,160
Sin fertilización alguna.	19,020.83	28,704
Solo materia orgánica.	20,786.46	25,617
Fert. análisis de suelo, sin Mg, sin B + M.O.	18,906.25	28,086
Fert. trad. sin boro y sin M.O.	18,427.08	27,469



Gàfica 7.1 Kilogramos de coliflor por hectàrea (promedio) producidos por los diferentes tratamientos y testigos.

al momento de la cosecha se analizarón las inflorescencias (Tabla 7.3, 7.4 y Gráficas 7.2 y 7.3).

Para poder determinar si existía diferencia estadística en los tratamientos se obtuvieron las "F" calculadas por medio del análisis de varianza, (Tablas 7.5 y 7.6). En los análisis de varianza, en la mayoría de los casos no se observó diferencia entre tratamientos. En aquellos casos en que sí se produjo alguna variación, se procedió a realizar la prueba de "Yates" (Tabla 7.7).

Se pudo determinar que las inflorescencias de coliflor (10% de materia seca) cuando se siembran 33,300 plantas por hectárea y se producen 21,333 kg/ha llegan a extraer del suelo las siguientes cantidades de nutrientes: nitrógeno 106.88 kg/ha, fósforo 9.60 kg/ha, potasio 87.04 kg/ha. calcio 9.39 kg/ha, magnesio 4.48 kg/ha, sodio 2.77 kg/ha, hierro 0.19 kg/ha, cobre 0.01 kg/ha, manganeso 0.03 kg/ha, zinc 0.10 kg/ha y boro 0.08 kg/ha (Tabla 7.8).

Tabla 7.3 Contenidos (%) de N, P, K, Ca, Mg y Na en las diferentes edades de la coliflor.

Nutriente	Primer análisis foliar 1/	Segundo análisis foliar 2/	Tercer análisis foliar 3/	Análisis del la inflorescencias 4/
Nitrógeno	4.44	4.64	5.56	5.01
Fósforo	0.46	0.32	0.49	0.45
Potasio	5.21	3.49	3.68	4.08
Calcio	1.28	2.15	1.17	0.44
Magnesio	0.50	0.36	0.22	0.21
Sodio	0.60	0.18	0.02	0.13

Tabla 7.4 Contenidos (ppm) de Fe, Cu, Mn, Zn y B en las diferentes edades de la coliflor.

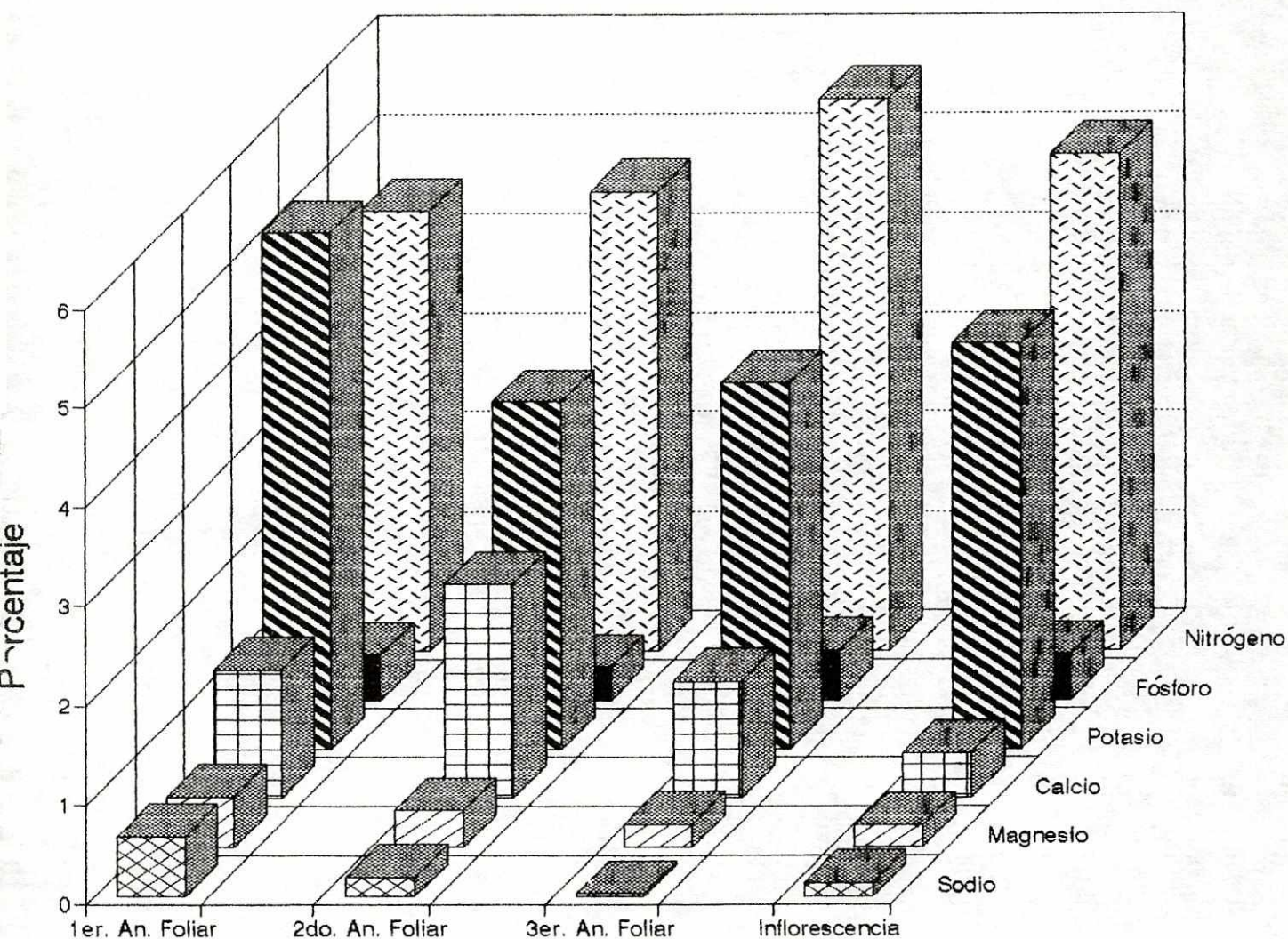
Nutriente	Primer análisis foliar 1/	Segundo análisis foliar 2/	Tercer análisis foliar 3/	Análisis del la inflorescencias 4/
Hierro	130.00	334.58	146.15	87.40
Cobre	10.00	4.70	7.67	5.31
Manganeso	185.00	36.98	31.15	12.29
Zinc	125.00	19.48	46.67	44.38
Boro	30.08	37.87	54.00	36.37

1/ Al momento del trasplante.

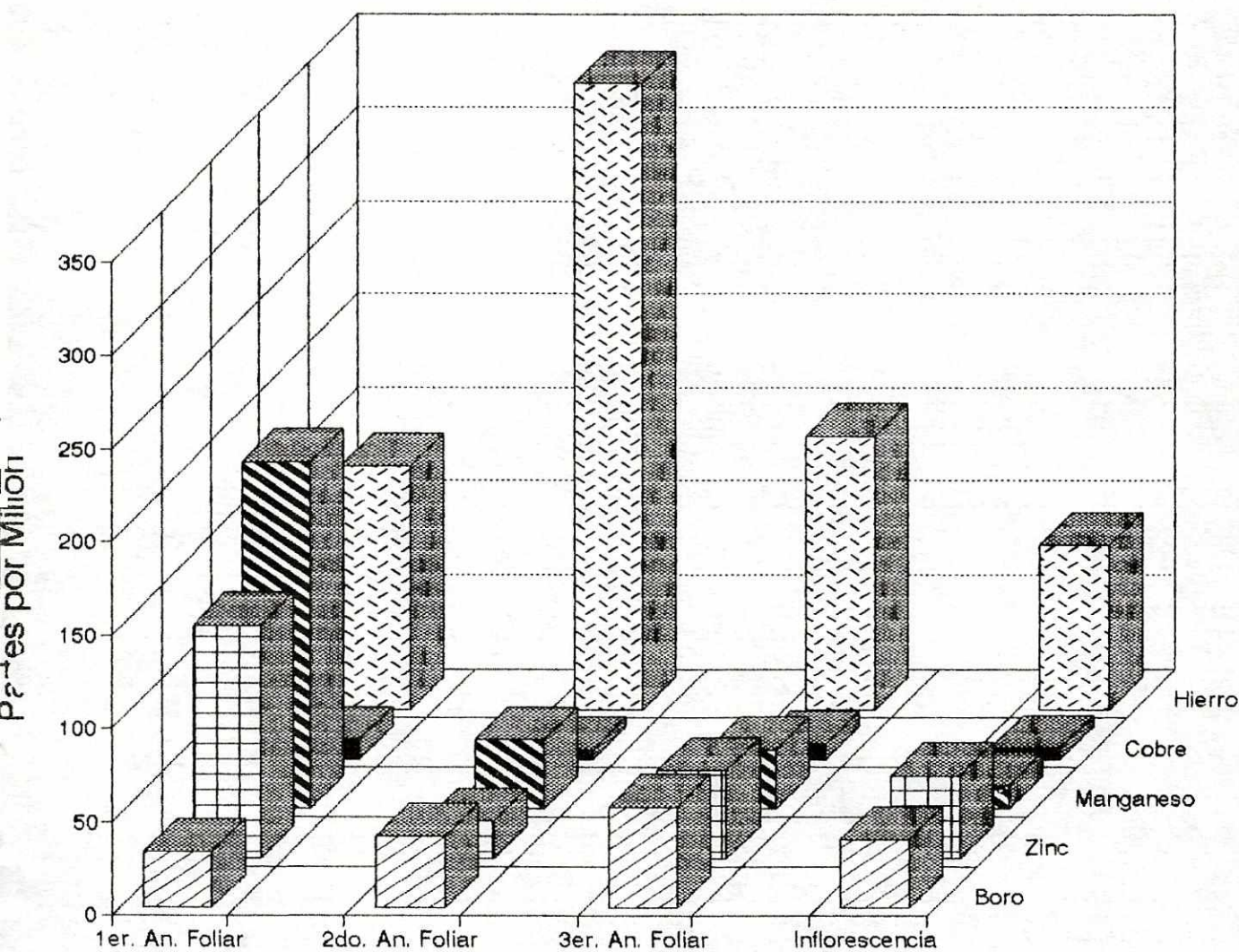
2/ Quince días después del trasplante.

3/ Sesenta días después del trasplante.

4/ Al momento de la cosecha.



Gràfica 7.2 Variaciòn del contenido de N, P, K, Ca, Mg y Na (%) en diferentes edades de la coliflor.



Gràfica 7.3 Variación del contenido de Fe, Cu, Mn, Zn y B (ppm) en diferentes edades de la coliflor.

Tabla 7.5 Cuadrado medio del análisis de varianza de la concentración de nutrientes en diferentes edades de la coliflor.

Elemento	Grados de libertad	Segundo análisis foliar 1/	Tercer análisis foliar 2/	Análisis de la inflorescencia 3/
Nitrógeno	11.00	0.14**	0.26NS	0.17NS
Fósforo	11.00	0.00NS	0.00NS	0.00NS
Potasio	11.00	0.47NS	0.23NS	0.18NS
Calcio	11.00	0.13*	0.08NS	0.00NS
Magnesio	11.00	0.01*	0.00NS	0.00NS
Sodio	11.00	0.01**	0.00NS	0.00NS
Hierro	11.00	12,049.24NS	6,964.16**	482.34NS
Cobre	11.00	2.18*	6.06**	2.42NS
Manganeso	11.00	62.79NS	61.86**	6.48NS
Zinc	11.00	9.61NS	14.02NS	7.83NS
Boro	11.00	30.35	107.18*	10.10NS

NS No significativo  
 \* Significativo al 5%  
 \*\* Significativo al 1%

1/ Quince días después del trasplante.  
 2/ Sesenta días después del trasplante.  
 3/ Al momento de la cosecha.

Tabla 7.6 Cuadrado medio del análisis de varianza de los kilogramos y cabezas de coliflor cosechadas por parcela.

Unidad	Grados de libertad	Cuadrado Medio
Kilogramos por parcela	11.00	9.21NS
Cabezas por parcela	11.00	9.07NS

NS No significativo

Tabla 7.7 Efecto factorial promedio de la concentración promedio de nutrientes.

F.V.	gl	Efecto Promedio N1/	Efecto Promedio Ca1/	Efecto Promedio Mg1/	Efecto Promedio Na1/
Bloque	3				
Prg.3/	1	-0.001 N.S.	-0.011 N.S.	-0.001 N.S.	-0.004 N.S.
Boro	1	-0.004 N.S.	-0.014 N.S.	-0.001 N.S.	0.001 N.S.
Boro x Prg.	1	-0.017 N.S.	-0.028 N.S.	-0.006 N.S.	-0.002 N.S.
M.O.4/	1	-0.014 N.S.	0.079*	0.024*	0.14 N.S.
M.O. x Prg.	1	-0.009 N.S.	0.002 N.S.	-0.001 N.S.	0.000 N.S.
M.O. x Boro	1	0.032 N.S.	0.015 N.S.	0.009 N.S.	0.005 N.S.
M.O. x Boro x Prg.	1	0.034 N.S.	-0.011 N.S.	-0.003 N.S.	-0.006 N.S.
Error	21				
Total	31				

1/ Segundo análisis foliar.

2/ Tercer análisis foliar.

3/ Programas de fertilización.

4/ Materia orgánica.

N.S. = No significativo.

\* = Significativo al 10%.

Tabla 7.7 Efecto factorial promedio de la concentración promedio de los nutrientes (continuación).

F.V.	gl	Efecto Promedio Cu1/	Efecto Promedio He2/	Efecto Promedio Cu2/	Efecto Promedio Mg2/	Efecto Promedio B2/
Bloque	3					
Prg.3/	1	0.000 N.S.	1.406 N.S.	-0.109 N.S.	0.391 N.S.	0.047 N.S.
Boro	1	0.204 N.S.	-3.750 N.S.	-0.109 N.S.	-0.703 N.S.	0.722 N.S.
Boro x Prg.	1	-0.016 N.S.	1.719 N.S.	0.047 N.S.	0.391 N.S.	-0.056 N.S.
M.O.4/	1	0.266 N.S.	-2.188 N.S.	0.297 N.S.	-0.234 N.S.	-0.767 N.S.
M.O. x Prg.	1	-0.171 N.S.	1.094 N.S.	0.141 N.S.	0.659 N.S.	0.386 N.S.
M.O. x Boro	1	0.063 N.S.	0.000 N.S.	0.016 N.S.	0.078 N.S.	-0.527 N.S.
M.O. x Boro x Prg.	1	-0.125 N.S.	-2.344 N.S.	0.047 N.S.	-0.703 N.S.	-0.574 N.S.
Error	21					
Total	31					

1/ Segundo análisis foliar.

2/ Tercer análisis foliar.

3/ Programas de fertilización.

4/ Materia orgánica.

N.S. = No significativo.

\* = Significativo al 10%.

Tabla 7.8 Acumulación de nutrientes en kg/ha de las inflorescencias de coliflor con rendimientos de 21,333 kg/ha.

Elemento	kg / ha
Nitrógeno	106.88
Fósforo	9.60
Potasio	87.04
Calcio	9.39
Magnesio	4.48
Sodio	2.77
Hierro	0.19
Cobre	0.01
Manganeso	0.03
Zinc	0.10
Boro	0.08

## VIII. DISCUSION

Como se mencionó en los resultados, los diferentes tratamientos practicados no eliminaron la presencia de "Pata Verde" en los pedicelos de las inflorescencias de coliflor.

Al analizar algunas muestras de las inflorescencias, se encontraron pequeñas cantidades de clorofila "a" y "b", mientras que en otras no se encontró indicio de éstas. Por lo tanto se cree que tal coloración se deba a algún pigmento accesorio.

Cuando se aplicó boro y materia orgánica aumentaron los rendimientos, en comparación al tratamiento con boro; de esto se deduce que al aplicar solamente una mayor cantidad de boro, no se produce algún aumento en los rendimientos de las inflorescencias.

Por otra parte, al aplicar sólo materia orgánica se obtuvo un rendimiento promedio de 20.79 toneladas por hectárea, el cual se considera bajo, comparado con los rendimientos reportados en Guatemala por Gudiel (1987), que varían de 18.5 a 31 toneladas por hectárea. En el testigo absoluto, se obtuvo un rendimiento promedio de 19.02 ton/ha. Con relación al número de cabezas cosechadas, se observó que los dos programas de fertilización, así como la aplicación de boro, no

influyeron en la cantidad de cabezas producidas. Al agregar materia orgánica a los diferentes programas de fertilización en que se aplicó boro, se observó un mayor desarrollo de las inflorescencias.

Sobre los nutrientes que se analizaron en las diferentes épocas de desarrollo fenológico y de la inflorescencia, se observaron los siguientes comportamientos:

Por una parte el nitrógeno se encontró en pequeñas cantidades al inicio del crecimiento de la planta y fue en aumento hasta llegar a su máximo a los setenta días después del trasplante. En las inflorescencias de coliflor se encontró que su contenido era menor a aquel que presenta la planta antes de florecer.

No se observó diferencia alguna con relación al comportamiento de este elemento entre tratamientos. En relación al fósforo, este elemento mostró una concentración bastante alta al transplante, pero después de quince días esta disminuyó considerablemente, al igual que antes de producir las inflorescencias. El contenido de este elemento decae ligeramente en las inflorescencias de coliflor.

Al analizar si existía alguna diferencia entre tratamientos, se observó que quince días después del trasplante, en aquellos tratamientos en que se aplicó

materia orgánica, el contenido de fósforo en la planta aumentó. Asimismo se observó, que la cantidad de boro aplicada no afectó la concentración de este nutriente en la planta. El potasio se presentó en un alto porcentaje al momento del trasplante y se observó un decrecimiento brusco a los quince días de haber realizado esta práctica cultural y posteriormente se produjo un aumento paulatino. Se determinó que en las inflorescencias, la concentración de este elemento era mayor a aquel que se tiene en la planta antes de florear. Se pudo observar, en el tercer análisis foliar y en el análisis de la inflorescencia, que en aquellos tratamientos donde se aplicó mayor cantidad de boro aumentó la concentración de potasio, debido a la función de este último en el metabolismo de la planta. En relación al calcio, se presentó bajo al momento del trasplante, pero después de quince días aumenta y posteriormente a los sesenta días, posterior a esta práctica, se observó un decaimiento en el contenido del elemento en la planta. En las inflorescencias, la presencia del calcio disminuyó.

Se pudo determinar que los diferentes tratamientos no afectaron la concentración de calcio en las plantas de coliflor.

En relación al manganeso se pudo observar que al momento del trasplante este elemento presentó una

concentración bastante alta y luego decayó al transcurrir los días. La presencia de este elemento en las inflorescencias también es muy reducida. En los tratamientos, tanto de la fertilización tradicional, como en la fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos de la planta, se observó que al aplicar materia orgánica aumentó la concentración de magnesio en las plantas analizadas. Asimismo, al aplicar boro aumentó la concentración de magnesio en la planta.

Se observó que el sodio, al igual que el magnesio, al momento del trasplante se encuentra en un alto porcentaje y al transcurrir el tiempo se produce un descenso. En las inflorescencias se pudo observar que el contenido de este elemento es mayor a aquel encontrado en la planta antes de florecer.

Por otra parte se notó que los diferentes tratamientos no afectaron la concentración del sodio en las plantas. En relación al hierro, este se presentó ligeramente bajo al momento del trasplante y luego a los quince días aumentó su concentración, para decaer posteriormente. En las inflorescencias se mostró una ligera baja en el contenido de este elemento en relación al último análisis foliar.

Se hizo evidente que a los quince días del

trasplante, en los tratamientos en que se aplicó mayor cantidad de boro, aumentó su concentración.

Para el caso del cobre, a diferencia del hierro, este mostró una alta concentración al momento del trasplante. Después de quince días de haber trasplantado las plantas de coliflor, esta concentración disminuyó y volvió a aumentar a los sesenta días de haber realizado esta práctica. Las inflorescencias mostraron una disminución en el contenido de este elemento.

Se pudo observar en el segundo análisis foliar, que en aquellos tratamientos donde se aplicó mayor cantidad de boro, el cobre presentaba una mayor concentración. Asimismo, al analizar el comportamiento del cobre se determinó que los dos programas de fertilización y la aplicación de materia orgánica no afectó la concentración de este elemento nutricional en las plantas.

Por aparte, el manganeso, al momento del trasplante, presentó una concentración bastante alta, pero posteriormente se produjo un fuerte descenso. Se observó que entre el segundo y tercer análisis foliar, la concentración de este nutriente no sufre mayor variación. En las inflorescencias se manifestó una reducción de la concentración del manganeso con relación a las obtenidas en el tercer análisis foliar.

Se determinó que los diferentes programas de fertilización, así como la aplicación de boro y materia orgánica no afectaron a la concentración del manganeso en las plantas de coliflor.

El zinc mostró una concentración bastante elevada al momento del trasplante, pero luego de transcurrir quince días, su presencia disminuyó de una forma abrupta y a los sesenta días aumentó ligeramente. La concentración del zinc en el tercer análisis foliar y en la inflorescencia es muy similar.

Al igual que en el manganeso, los diferentes tratamientos no produjeron efecto alguno sobre la concentración de este elemento en las plantas de coliflor.

Finalmente, el boro presentó una concentración baja al momento del trasplante y, posteriormente, aumentó a medida que transcurrió el tiempo. A los sesenta días después del trasplante, se observó la mayor concentración del elemento en la planta y su presencia en las inflorescencias fue más baja que en el tercer análisis foliar.

Al analizar las concentraciones entre tratamientos, se pudo observar que en aquellas parcelas donde no se aplicó materia orgánica, aumentó la cantidad de boro en la planta, aunque esta diferencia no tuvo significancia

estadística. Asimismo, en tres de los cuatro tratamientos donde se aumentó la dosis de este elemento, se incrementó la concentración del boro en la planta. Con relación a los dos programas de fertilización, no se observó diferencia alguna al utilizar uno u otro.

Mediante la prueba de "Yates" se determinó que sólo el calcio y el magnesio presentaba significancia, cuando se realizó el segundo análisis foliar, en el tratamiento donde se aplicó la fertilización tradicional con 3.24 kg/ha de boro y materia orgánica. Esto posiblemente se debió a que el pH del suelo se encontraba ácido.

En los otros nutrientes, no se encontró diferencia estadística entre los diferentes tratamientos utilizados

## IX. CONCLUSIONES

1. El boro en las dosis evaluadas no eliminó la presencia de "Pata Verde" en las inflorescencias de coliflor, producidas en Santo Tomas Milpas Altas.
2. La materia orgánica no contribuye a disminuir el efecto de "Pata Verde", en la pruebas realizadas en Santo Tomas Milpas Altas.
3. La fertilización con base en el análisis del suelo y requerimientos de la planta, al igual que la fertilización tradicional, no redujeron la presencia de "Pata Verde", en el experimento realizado en Santo Tomas Milpas Altas.
4. El contenido de clorofila "a" y "b" que se encontró en los pedicelos de las inflorescencias de coliflor fue en cantidades muy reducidas.
5. La materia orgánica, al combinarse con una adecuada aplicación de boro, produce mayores rendimientos.
6. La fertilización tradicional, así como la fertilización con base en el análisis de suelo y requerimientos de la planta, producen rendimientos similares.
7. Para una producción de 21,333 kg/ha, las inflorescencias de coliflor llegan a extraer: 106.88 kg/ha de nitrógeno, 9.60 kg/ha de fósforo,

87.04 kg/ha de potasio, 9.39 kg/ha de calcio, 4.48 kg/ha de magnesio, 2.77 kg/ha de sodio, 0.19 kg/ha de hierro, 0.01 kg/ha de cobre, 0.03 kg/ha de manganeso, 0.10 kg/ha de zinc y 0.08 kg/ha de boro.

## X. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre diferentes variedades de coliflor, a fin de evaluar la presencia "Pata Verde".
2. Estudiar la influencia del fotoperíodo y época de siembra respecto de la incidencia de "Pata Verde".
3. Determinar el pigmento o pigmentos que se encuentran presentes en las inflorescencias de coliflor afectadas por el problema conocido como "Pata Verde".

## XI. BIBLIOGRAFIA

- Allen, S., M. Grimshaw, J.A. Parkinson y C. Quarmby.  
1974. Chemical analysis of ecological materials.  
Blackwell Scientific Publications, London. 565 p.
- Bailey, L.H. 1975. Cyclopedia of American horticulture.  
Vol. 2. Gordon Press, N.Y.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. A.G.T.  
Editorial, S.A., México, D.F. 784 p.
- Cásseres, E. 1966. Producción de hortalizas. Editorial  
ITCA. Lima, Perú. 280 p.
- Castillo, M. 1990. Recomendaciones Técnicas  
Agropecuarias para los departamentos de  
Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla:  
Recomendaciones para el cultivo de la coliflor.  
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Sector  
Público Agropecuario y de Alimentación, Guatemala.  
126 p.
- Chinchilla Vega, J.L. 1985. Cultivo de la coliflor.  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y  
Alimentación, Unidad de Comunicación Social,  
Guatemala. 28 p.

- Chonay, J. Clorofila: Determinación y espectros de absorción. Guía del laboratorio de fisiología vegetal. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 3 p.
- Cochran, W. y G. Cox. 1965. Diseños experimentales. 2a ed. Editorial Trillas, S.A., México D.F. 661 p.
- Devlin, R. 1975. Plant physiology. 3rd ed. D. Van Nostrand Company, U.S.A. 600 p.
- Donahue, R., R. Miller y J. Shickluno. 1987. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Prentice Hall Hispanoamericano, S.A., México, D.F. 624 p.
- Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. John Wiley and Sons, Inc., U.S.A. 412 p.
- Francois, L.E. 1986. Effect of excess boron on brocoli, cauliflower, and radish. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4); 494-498.
- Gudiel, V.M. 1987, Manual agrícola superb. 2a ed. Productos Superb, Guatemala. 394 p.

- Hernández, J. 1990. Estimación de área y producción de algunas hortalizas y frutas en Guatemala, durante el período de 1985 - 1989. Centro de Cooperación Internacional para la Preinversión Agrícola CIPREDA. Guatemala. 225 p.
- Levitt, J. 1974. Introduction to plant physiology. 2nd ed. The C.V. Mosby Company, U.S.A. 447 p.
- Little, T. y F.J. Hills. 1987. Método estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas, México. 270 p.
- Lorenz, O. A. y D. N. Maynard. 1988. Handbook for vegetals growers. 3rd ed. Wiley Interscience Publication, U.S.A. 456 p.
- Martínez Planas, M. y L. Ticó Roig. 1974. Agricultura práctica. Biblioteca Hispánica, Editorial Ramón Sopena, S.A., Barcelona, España. 679 p.
- Olson, S.M. y M. Sherman. 1985. Brocoli and cauliflower production in Florida. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Service, University of Florida. circ. 555 p.

- Paz, Mynor. 1984. Evaluación del efecto de niveles de fórmulas comerciales de fertilizantes sobre el rendimiento del cultivo de coliflor, híbrido Christmas White ( Brassica olerácea var. botrytis ) en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepequez. Universidad de San Carlos de Guatemala. Fac. de Agronomía. Lic. Tesis. 68 p.
- Reyes, P. 1978. Diseño de experimentos aplicadas. Editorial Trillas. México, D.F. 344 pp.
- Robinson, G. 1967. Los suelos: su origen, consitución y clasificación. 2a ed. Ediciones Omega. Barcelona, España. 515 p.
- Rodríguez, C., Mario A. 1987. Determinación de dosis óptimas económicas de N-P-K y materia orgánica en el cultivo de la coliflor ( Brassica oleracea var. botrytis ) en cuatro localidades del departamento de San Marcos. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, División de Ciencia y Tecnología, carrera de Agronomía. Lic. Tesis. 39 p.
- Rojas, M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2a ed. McGraw-Hill, México. 262 p.
- Shelp, B.J. 1988. Boron mobility and nutrition in broccoli ( Brassica olerácea var itálica ). Annals of Botany 61, 83-91.

- Siegel, S. 1975. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 2a ed. Editorial Trillas, S.A., Mexico, D.F. 346 pp.
- Simmons, Ch., J.M. Tárano y J. Pinto. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública "José de Pineda Ibarra", Guatemala. 1000 p.
- Simpson, K. 1986. Fertilizers and manures. Longman Group Limited, Hong Kong. 254 p.
- Stoller Chemical Company. Learnin about the metals. Stoller Chemical Company, Inc., U.S.A. 124 p.
- Tisdale, S. y W. Nelson. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial Uteha, México. 760 p.
- United States Department of Agriculture. 1984. Growing cauliflower and broccoli. Farmers Bulletin 2239. Washington, D.C.
- Walsh, L.M. y J.D. Beaton. 1973. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America. Inc., U.S.A. 491 p.
- Yamane, T. 1979. Estadística. 3a. ed. Editorial Harla S.A., México, D.F. 771 p.
- Zandra, B., C. Stephens y E. Grafius. 1988. Cole crops: broccoli, brussels sprouts, cabbage & cauliflower. Michigan State University, Extension Bulletin E-1591.

## Apéndice A

Contenido de nutrientes en las inflorescencias de coliflor.

Cuadro A.1 Contenido de nutrientes (%) en las inflorescencias deshidratadas de coliflor provenientes de Guatemala y los Estados Unidos de América.

Nutriente	Guatemala	Estados Unidos
N	3.73	3.33
P	0.39	0.38
K	2.85	2.39
Ca	0.25	0.19
Mg	0.09	0.08

Cuadro A.2 Contenido de nutrientes (mg/kg) en las inflorescencias deshidratadas de coliflor provenientes de Guatemala y de los Estados Unidos de América.

Nutriente	Guatemala	Estados Unidos
B	8.97	19.94
Cu	4.48	3.99
Fe	41.36	36.39
Mn	15.45	14.46
Zn	29.40	28.51
Na	953.66	980.46

## Apéndice B

Cuadro B.1. Fertilizantes utilizados en los diferentes tratamientos

Fertilización Tradicional	
Fertilizante	Cantidad (kg/ha)
20-20-0	583.20
Urea	155.52

Fertilización en base de análisis de suelo y requerimientos de la coliflor	
Fertilizante	Cantidad (kg/ha)
20-20-0	421.20
Urea	239.11
Sulfato de Magnesio	95.90
Boro 48	
Dosis No. 1	3.24
Dosis No. 2	6.48

Materia Orgánica	
Tipo	Cantidad (kg/ha)
Gallinaza deshidratada	972.00

## Apéndice C

### Método de extracción de la clorofila

Se tomó un gramo de material vegetal fresco y se maceró con 40 ml. de acetona. El homogenizado se filtró recibiendo en un matraz de 100 ml. Posteriormente se lavó el resto del homogenizado remanente en el filtro con dos porciones de 20 ml. de acetona y se aforó con agua destilada para obtener un extracto de pigmentos en solución acuosa de acetona al 80% (Chonay).

Con estos homogenizados (80% acetona) de material vegetal se realizaron determinaciones de los contenidos de clorofila "a" y "b" (Chonay).

La determinación de la clorofilas "a" y "b" se basa en la absorción de las diferentes clorofilas en las zonas específicas del espectro, que corresponde a los picos máximos de absorción de la clorofila "a" (663 nm) y de la clorofila "b" (645 nm), en extractos de acetona. Así como la longitud de onda en que ambas clorofilas presentan el mismo coeficiente de absorción (652 nm) (Chonay).

Fundamentada en la ley de Lambert-Beer se desarrollaron las siguientes expresiones con las que se estimó el contenido de clorofila en miligramos / litro:

$$\text{Clorofila "a" (mg/l)} = (12.70)(A_{663 \text{ nm}}) - (2.69)(A_{645 \text{ nm}})$$

$$\text{Clorofila "b" (mg/l)} = (22.90)(A_{645 \text{ nm}}) - (4.68)(A_{663 \text{ nm}})$$

$$\text{Clorofila "a" + "b"} = (27.80)(A_{652 \text{ nm}})$$

En donde A significa el valor de absorción determinado a las diferentes longitudes de onda (Chonay).

Dado que la evaluación corresponde a mg/l y en este caso se emplea un gramo de material fresco extraído de cien mililitros, la concentración obtenida es de diez veces mayor, por lo que se utiliza la formula siguiente:

$$\text{mg/l de clorofila} \times 10 = \text{mg de clorofila} / \text{g de material vegetal}$$

## Apéndice D

Cuadro D.1. Análisis físico del suelo.

Contenido	Porcentaje (%)
Arcilla	18.80
Limo	22.35
Arena	58.85
Clase Textural	Franco Arenoso

Cuadro D.2. Análisis químico del suelo.

pH	5.0
C.S.	0.46 dS/m
M.O.	2.6 %
C.I.C.e.	12.8 mEq/100g
Elemento	Concentración (mg/kg)
N-NH4	51.07
N-NO3	154.17
P	27.68
K	738.12
Elemento	Concentración (mg/kg)
Ca	1746.21
Mg	142.30
B	0.25
Cu	1.29
Fe	19.39
Mn	16.95
Zn	1.01
Al	27.57
Na	75.97
NOTA:	
C.S.	= Concentración de sales
M.O.	= Materia orgánica
C.I.C.e.	= Capacidad de intercambio cationico

## Apéndice E

Cuadro E.1. Análisis químico del agua.

pH	7.5	
C.E.	0.1690	mmhos/cm
RAS	617.49	
Elemento	ppm	
NH4	2.360	
NO3	2.640	
P	0.150	
K	7.700	
Ca	0.000	
Mg	0.000	
B	0.000	
Cu	0.000	
Fe	0.000	
Mn	0.010	
Zn	0.040	
Na	30.320	
CO3	0.000	
HCO3	122.000	

NOTA:  
C.E. = Conductividad eléctrica  
RAS = Razón de absorción del sodio

## Apéndice F

Cuadro F.1. Análisis químico de la materia orgánica (Gallinaza deshidratada).

pH	7.7
C.S.	5.08 dS/m
M.O.	10.3 %
C.I.C.e.	63.2 mEq/100g
Elemento	Concentración (mg/kg)
N-NH4	344.60
N-NO3	1777.44
P	4928.23
K	20526.32
Ca	1057.42
Mg	344.50
B	71.77
Cu	12.63
Fe	56.32
Mn	9.47
Zn	77.63
Al	10.00

**Apéndice G**

**Productos utilizados en el control de las plagas y  
enfermedades de la colifor**

Cuadro G.1 Productos utilizados en el control de las plagas y enfermedades de la coliflor.

Fecha	Producto	Dosis 1/
27/10/92	Javelin	75.0 cc
	Bibert	12.5 cc
02/11/92	Captan	150.0 cc
09/11/92	Dipel	100.0 cc
	Bibert	12.5 cc
14/11/92	Javelin	150.0 cc
	Bibert	12.5 cc
23/11/92	Javelin	150.0 cc
	Perfection	75.0 cc
	Bibert	25.0 cc
30/11/92	Javelin	150.0 cc
	Perfection	75.0 cc
	Bibert	25.0 cc
01/12/92	Dipel	100.0 cc
	Bibert	25.0 cc
02/12/92	Javelin	150.0 cc
	Perfection	75.0 cc
	Bibert	25.0 cc

1/ Por bomba de 16 litros.

**Apéndice H**

Coloración y contenido de clorofila  
en las inflorescencias de coliflor

Tabla H.1 Coloración de las inflorescencias de coliflor en la primera repetición

Tratamiento	Cosecha			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
A	P.V. 2/	---	V. 1/	V.
B	---	M.P.V. 3/	P.V.	V.
C	V.	P.V.	V.	V.
D	P.V.	P.V.	P.V.	V.
E	P.V.	V.	P.V.	P.V.
F	M.P.V.	P.V.	P.V.	P.V.
G	P.V.	M.P.V.	V.	P.V.
H	P.V.	M.P.V.	V.	P.V.
I	V.	P.V.	V.	P.V.
J	V.	P.V.	P.V.	---
K	M.P.V.	M.P.V.	V.	P.V.
L	P.V.	M.P.V.	V.	---

1/ Verde.

2/ Poco verde.

3/ Muy poco verde.

Tabla H.2 Coloración de las inflorescencias de coliflor en la segunda repetición

Tratamiento	Cosecha			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
A	P.V.	M.P.V.	P.V.	V.
B	M.P.V.	M.P.V.	P.V.	P.V.
C	P.V.	P.V.	P.V.	--
D	M.P.V.	M.P.V.	P.V.	P.V.
E	P.V.	V.	P.V.	V.
F	M.P.V.	P.V.	P.V.	P.V.
G	P.V.	P.V.	V.	P.V.
H	V.	M.P.V.	P.V.	P.V.
I	P.V.	P.V.	V.	M.P.V.
J	P.V.	P.V.	P.V.	M.P.V.
K	P.V.	P.V.	P.V.	V.
L	P.V.	M.P.V.	M.P.V.	V.

Tabla H.3 Coloración de las inflorescencias de coliflor en la tercera repetición

Tratamiento	Cosecha			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
A	P.V.	P.V.	M.P.V.	P.V.
B	---	P.V.	M.P.V.	V.
C	V.	P.V.	M.P.V.	M.P.V.
D	P.V.	P.V.	P.V.	P.V.
E	V.	M.P.V.	M.P.V.	V.
F	V.	V.	M.P.V.	V.
G	V.	P.V.	P.V.	V.
H	P.V.	V.	V.	P.V.
I	V.	V.	P.V.	V.
J	M.P.V.	V.	V.	V.
K	P.V.	P.V.	M.P.V.	V.
L	V.	M.P.V.	M.P.V.	P.V.

Tabla H.4 Coloración de las inflorescencias de coliflor en la cuarta repetición

Tratamiento	Cosecha			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
A	P.V.	V.	V.	P.V.
B	V.	P.V.	P.V.	V.
C	V.	—	P.V.	V.
D	P.V.	P.V.	M.P.V.	V.
E	V.	M.P.V.	P.V.	P.V.
F	V.	M.P.V.	P.V.	V.
G	V.	P.V.	P.V.	P.V.
H	P.V.	V.	V.	P.V.
I	V.	P.V.	P.V.	V.
J	V.	V.	V.	V.
K	P.V.	V.	V.	—
L	V.	P.V.	V.	V.

Tabla H.5 Contenido promedio de clorofila en las inflorescencias de coliflor en la primer cosecha (mg de clorofila / gr de material vegetal).

Tratamientos	Tipo de clorofila				
	a	b	a + b	a / b	b / a
A	0.61	1.50	1.18	0.41	2.46
B	1.55	1.03	1.81	1.50	0.66
C	0.75	0.88	1.60	0.85	1.17
D	0.09	2.32	1.18	0.04	25.78
E	0.46	2.76	1.18	0.17	6.00
F	0.48	0.76	0.56	0.63	1.58
G	0.68	0.95	2.15	0.72	1.40
H	0.40	1.49	1.18	0.27	3.73
I	0.52	0.84	0.84	0.62	1.62
J	0.75	1.59	1.81	0.47	2.12
K	0.91	1.31	1.74	0.69	1.44
L	0.23	1.96	0.56	0.12	8.52

Tabla H.6 Contenido promedio de clorofila en las inflorescencias de coliflor en la segunda cosecha (mg de clorofila / gr de material vegetal).

Tratamientos	Tipo de clorofila				
	a	b	a + b	a / b	b / a
A	0.10	0.18	0.28	0.56	1.80
B	0.31	1.81	2.15	0.17	5.84
C	0.23	0.35	0.90	0.66	1.52
D	0.76	1.41	1.88	0.54	1.86
E	1.09	2.28	3.13	0.48	2.09
F	0.15	0.28	0.28	0.54	1.87
G	0.14	1.11	0.56	0.13	7.93
H	0.20	0.22	0.28	0.91	1.10
I	0.17	0.87	0.28	0.20	5.12
J	0.07	0.41	0.28	0.17	5.86
K	0.10	0.18	0.28	0.56	1.80
L	0.07	0.41	0.28	0.17	5.86

**Apéndice I**

Datos agrometeorológicos

Tabla I.1 Porcentaje de humedad del suelo  
(secados a 105 grados centígrados).

Fecha de muestreo	Profundidad de muestreo	
	15 cm	30 cm
03/11/92	28.81	30.76
09/11/92	27.23	29.16
13/11/92	26.55	28.41
25/11/92	27.04	30.24
19/12/92	27.33	29.22
15/12/92	24.61	27.05
23/12/92	23.92	23.19

Table L2 Precipitación pluvial (milímetros) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993.

Día	Mes		
	Noviembre 1992	Diciembre 1992	Enero 1993
1	---	3.00	0.00
2	---	1.50	0.00
3	---	1.00	0.00
4	---	0.00	0.00
5	---	0.00	0.00
6	---	1.00	0.00
7	---	0.00	0.00
8	---	0.00	0.00
9	---	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	12.00	10.00	---
12	0.00	3.00	---
13	0.00	3.00	---
14	3.00	7.00	---
15	7.00	2.00	---
16	2.00	0.00	---
17	2.00	0.00	---
18	4.00	1.50	---
19	0.00	2.00	---
20	11.00	0.00	---
21	8.00	1.00	---
22	0.00	1.00	---
23	1.00	0.00	---
24	2.00	0.00	---
25	2.00	0.00	---
26	0.00	0.00	---
27	22.00	0.00	---
28	11.00	0.00	---
29	1.00	0.00	---
30	3.00	0.00	---
31	---	0.00	---

Tabla L3 Temperatura ambiente (grados centígrados) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993.

Día	Noviembre 1992			Diciembre de 1992			Enero de 1993		
	07:00	Hora 12:00	16:00	07:00	Hora 12:00	16:00	07:00	Hora 12:00	16:00
1	---	---	---	9.00	14.00	17.00	8.00	6.00	10.00
2	---	---	---	8.00	14.00	16.00	8.00	7.00	11.00
3	---	---	---	5.00	20.00	18.00	9.00	8.00	6.00
4	---	---	---	2.50	16.00	14.00	7.00	10.00	12.00
5	---	---	---	8.00	14.00	13.00	9.00	14.00	18.00
6	---	---	---	10.00	14.00	12.00	14.00	13.00	12.00
7	---	---	---	10.00	18.00	22.00	11.00	8.00	7.00
8	---	---	---	9.00	15.00	13.00	11.00	14.00	16.00
9	---	---	---	8.00	14.00	16.00	12.50	14.00	16.50
10	1.00	17.00	15.00	7.00	16.00	17.00	13.00	15.00	16.00
11	9.00	20.00	20.50	7.00	8.00	16.00	---	---	---
12	10.00	21.00	16.00	7.00	14.00	18.00	---	---	---
13	11.00	19.50	17.00	8.00	14.00	15.00	---	---	---
14	9.00	15.00	8.00	11.00	15.00	19.00	---	---	---
15	10.00	16.00	19.00	9.00	15.00	19.00	---	---	---
16	8.00	14.00	11.00	8.00	14.00	18.00	---	---	---
17	10.00	17.50	8.00	10.00	25.00	18.00	---	---	---
18	17.00	11.00	16.00	9.00	18.00	22.00	---	---	---
19	7.00	20.00	16.00	7.00	12.00	14.00	---	---	---
20	8.00	16.00	14.00	9.00	11.00	15.00	---	---	---
21	7.00	15.00	14.00	12.00	18.00	21.00	---	---	---
22	13.00	16.00	17.00	14.00	11.00	18.00	---	---	---
23	12.00	20.00	16.50	15.00	16.00	19.00	---	---	---
24	11.50	17.00	16.00	11.00	13.00	16.00	---	---	---
25	11.00	19.00	20.00	11.00	4.00	7.00	---	---	---
26	10.00	12.00	19.00	11.00	4.00	6.00	---	---	---
27	8.50	18.00	17.00	6.00	4.00	7.00	---	---	---
28	7.50	15.00	16.00	7.00	11.00	15.00	---	---	---
29	8.00	16.00	17.00	11.00	6.00	9.00	---	---	---
30	7.00	15.00	16.00	5.00	17.50	6.00	---	---	---
31	---	---	---	9.00	11.00	14.00	---	---	---

Tabla I.4 Temperatura mínima (grados centígrados) durante los meses de noviembre, diciembre de 1992 y enero de 1993.

Día	Mes		
	Noviembre 1992	Diciembre 1992	Enero 1993
1	...	6.00	6.00
2	...	6.50	7.00
3	...	6.00	6.50
4	...	4.00	7.00
5	...	4.50	6.00
6	...	5.00	7.00
7	...	4.00	6.00
8	...	3.00	7.00
9	...	3.00	7.00
10	10.00	2.00	...
11	10.00	2.50	...
12	10.00	3.00	...
13	10.00	3.00	...
14	10.00	3.00	...
15	10.00	2.00	...
16	9.50	2.00	...
17	10.00	1.00	...
18	9.00	1.00	...
19	8.00	10.50	...
20	9.00	6.00	...
21	8.00	4.00	...
22	9.00	10.50	...
23	7.00	11.00	...
24	7.00	11.50	...
25	7.00	10.50	...
26	7.00	7.00	...
27	6.50	9.00	...
28	5.50	9.50	...
29	7.00	8.50	...
30	6.50	9.00	...
31	...	6.00	...

