

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



EVALUACION DE 4 PROGRAMAS DE FERTILIZACION Y  
2 NIVELES DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DEL  
BROCOLI (Brásica oleracea var itálica),  
UTILIZANDO FERTILIZANTES DE LIBERACION  
LENTA, EN EL MUNICIPIO DE STA. LUCIA  
MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

OTTO SCHLENKER MARTINEZ

Trabajo de investigación presentado para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo  
en el grado de Licenciado.

GUATEMALA

1991

EVALUACION DE 4 PROGRAMAS DE FERTILIZACION Y  
2 NIVELES DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DEL  
BROCOLI (Brássica oleracea var. itálica),  
UTILIZANDO FERTILIZANTES DE LIBERACION  
LENTA, EN EL MUNICIPIO DE STA. LUCIA  
MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

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

EVALUACION DE 4 PROGRAMAS DE FERTILIZACION Y  
2 NIVELES DE GALLINAZA EN EL CULTIVO DEL  
BROCOLI (Brássica oleracea var itálica),  
UTILIZANDO FERTILIZANTES DE LIBERACION  
LENTA. EN EL MUNICIPIO DE STA. LUCIA  
MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

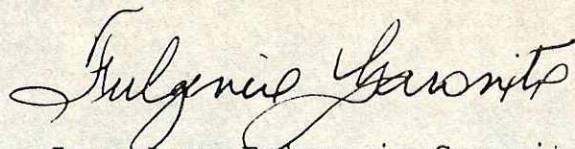
OTTO SCHLENKER MARTINEZ

GUATEMALA

1991

Asesor

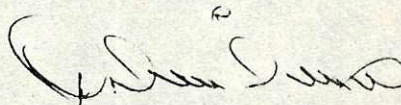
Vo.Bo.



Ing. Agr. Fulgencio Garavito

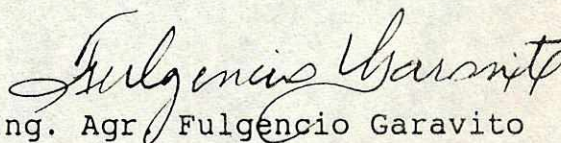
Tribunal

Vo.Bo.



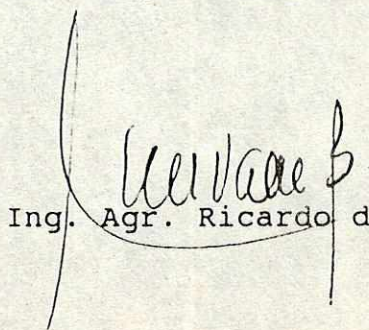
Ing. Agr. Orlando Arjona

Vo.Bo.



Ing. Agr. Fulgencio Garavito

Vo.Bo.



Ing. Agr. Ricardo del Valle

Fecha de aprobación: Guatemala 30 de Septiembre, 1992

ACTO QUE DEDICO

A

A MIS PADRES

DIOS

OTTO SCHLENKER JUAREZ

MARIA DE LOURDES VIOLETA MARTINEZ DE  
SCHLENKER

A MIS HERMANOS

ELISABETH

KLAUS

A MIS PROFESORES

A MIS AMIGOS.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento:

A mis padres, por su paciencia y apoyo brindados, así como por sus firmes principios morales y conocimientos inculcados.

A la Universidad del Valle de Guatemala, por sus enseñanzas, así como por las facilidades prestadas para el desarrollo del presente trabajo.

A la Industria Exportadora de Alimentos (INEXA), por permitir la investigación en sus campos experimentales.

A AGROINVERSIONES, por el apoyo proporcionado al suministrar los fertilizantes utilizados en el experimento.

Al Ing. Fulgencio Garavito, por su amistad y su valiosa asesoría.

Al Dr. Charles MacVean, por su amistad y orientación en el diseño y análisis estadístico.

Al Ing. Filiberto Escobar, por su apoyo que siempre me brindó.

Al Ing. Marcel Rohers, por su amistad y cooperación proporcionada al permitirme el uso de fertilizantes de liberación lenta utilizados en el presente trabajo.

A mis amigos, en general, por su apoyo.

## CONTENIDO

	páginas
RESUMEN	
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	2
III HIPOTESIS	2
IV REVISION DE LITERATURA	3
A. Generalidades del brócoli	3
1. Características botánicas y taxonómicas	3
2. Requisitos climáticos	3
3. Distanciamiento de siembra	3
4. Suelos	4
5. Rendimiento	4
6. Composición	5
7. Estimación de producción de brócoli en Guatemala.	6
8. Estimación del area cultivada de brócoli en Guatemala.	6
B. Parámetros meteorológicos	7
1. Precipitación	7
2. Evaporación	7
3. Evapotranspiración	7
4. Temperatura máxima y mínima	8
5. Humedad relativa	8
C. Beneficios de la incorporación de materia orgánica al suelo.	8
D. Fertilizantes de liberación lenta de nutrientes.	10
1. Ventajas	
2. Factores ambientales que afectan la velocidad de liberación de nutrientes del fertilizante.	10
3. Factores sin influencia en la velocidad de liberación de nutrientes del fertilizante.	11
4. El agua en la absorción de nutrientes	11
5. Funcionamiento del fertilizante de liberación lenta.	12

V	MATERIALES Y METODOS	13
VI	RESULTADOS	19
VII	DISCUSION	34
VIII	CONCLUSIONES	41
IX	SUGERENCIAS	43
X	BIBLIOGRAFIA	44
	APENDICES	46

## LISTA DE CUADROS

No. Cuadro	Contenido	página
2.1	Composición química del brócoli/100 gr. de muestra.	5
5.1	Niveles de fertilización utilizados en el experimento.	15
5.2	Fuentes y épocas de aplicación de fertilizantes.	16
5.3	Ubicación de los tratamientos en el campo.	17
6.1	Resultados de rendimiento por tratamiento en Kg/Ha.	19 6.2
	Análisis de varianza para resultados de rendimiento en Kg/Ha.	19
6.3	Comparación de medias (Prueba de Tukey) para rendimiento de los tratamientos utilizados, en Kg/Ha.	20
6.4	Comparación de medias (Prueba de Tukey) para rendimiento de los programas de fertilización utilizados en Kg/Ha.	20
6.5	Porcentaje para incidencia de tallo hueco en plantas por tratamiento.	24
6.6	Análisis de varianza para resultados de incidencia de tallo hueco.	24
6.7	Resultados para promedio de diámetro de pellas	28
6.8	Análisis de varianza para resultados de promedio de diámetro de pellas.	28
6.9	Comparación de medias para (Prueba de Tukey) promedio de diámetro de pellas en tratamientos utilizados.	29
6.10	Comparación de medias (Prueba de Tukey) para promedio de diámetro de pellas en programas de fertilización utilizados.	29
6.11	Cuadro para Beneficio Bruto, Costos y Beneficio Neto, según tratamiento. (Quetzales por Ha.).	33
6.12	Costo de menor a mayor y Beneficio neto de acuerdo al tratamiento. (Quetzales por Ha.)	33

## LISTA DE GRAFICAS

Gráfica	Contenido	páginas
2.1	Estimación de la producción de brócoli en Guatemala.	6
2.2	Estimación del área cultivada de brócoli en Guatemala.	6
6.1	Rendimiento por tratamiento.	21
6.2	Interacción para rendimiento entre gallinaza y fertilizante.	21
6.3	Efecto principal del fertilizante en rendimiento.	22
6.4	Efecto principal de la gallinaza en el rendimiento.	22
6.5	Rendimiento promedio por fertilizante por bloque.	23
6.6	Rendimiento promedio con y sin gallinaza.	23
6.7	Porcentaje de incidencia de tallo hueco por tratamiento.	25
6.8	Interacción para incidencia de tallo hueco entre gallinaza y fertilizante.	25
6.9	Efecto principal del fertilizante en la incidencia de tallo hueco.	26
6.10	Efecto principal de la gallinaza en la incidencia de tallo hueco.	26
6.11	Incidencia promedio de tallo hueco por fertilizante por bloque.	27
6.12	Incidencia promedio de tallo hueco con y sin gallinaza.	27
6.13	Promedio de diámetro de pella por tratamiento.	30
6.14	Interacción en el diámetro de pella entre gallinaza y fertilizante.	30
6.15	Efecto principal del fertilizante en el diámetro de pella.	31
6.16	Efecto principal de la gallinaza en el diámetro de pella.	31

6.17	Diámetro promedio de pella por fertilizante por bloque.	32
6.18	Diámetro promedio de pella con y sin gallinaza.	32

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en evaluar 4 diferentes programas de fertilización, con y sin la incorporación de gallinaza como fuente de materia orgánica. El primer programa se calculó con base en los requerimientos del cultivo de brócoli y al análisis de suelos efectuado, el cual consistió en aplicar 300 - 50 - 00 - 25 y 16 Kg/Ha. de N - P - K - Mg - B respectivamente. El segundo programa empleado, fue el utilizado, convencionalmente, por los agricultores de la región, 275 - 100 - 100 - 00 y 25 Kg/Ha. de los mismos elementos. Para el primer y segundo programa de fertilización fueron utilizados fertilizantes de uso convencional como 15 - 15 - 15, 46 - 00 - 00, 16 - 20 - 00, sulfato de magnesio y boro al 48%. En el tercero y cuarto programa, se utilizó un fertilizante con rango de liberación lenta de nutrientes de 3 a 4 meses. En el tercer programa, se aplicó una cantidad de 151 - 53 - 107 - 09 - 18 Kg/Ha. de N - P - K - Mg - B, respectivamente. El cuarto programa consistió en aplicar 201 - 71 - 142 - 12 - 23 Kg/Ha de los mismos componentes, ambos programas fueron satisfechos con una fórmula comercial 17 - 06 - 12 más elementos menores. Para cada programa utilizado se evaluó la respuesta del cultivo con y sin la incorporación de 5000 Kg. de Gallinaza por Hectárea. Los

resultados evaluados fueron: rendimiento, incidencia de tallo hueco en la planta y diámetro de pella, todo al momento de la cosecha. Durante todo el ciclo que duró el cultivo, se estudiaron diferentes fenómenos meteorológicos como precipitación, humedad relativa, temperaturas máxima y mínima, evapotranspiración y agua disponible calculada para el cultivo.

En la determinación del número de tratamientos para su evaluación, se utilizó un diseño factorial de tratamientos. En el campo se utilizó un diseño de bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Para interpretar los resultados obtenidos, se utilizó el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey con una significancia del 5%.

El tratamiento evaluado que resultó estadísticamente superior en rendimiento (14,935 Kg/Ha.) y en diámetro de pella (23.7 cm.), correspondió al fertilizado con el programa de 151 - 53 - 0 107 - 09 - 18 Kg/Ha. de N - P - K - Mg - B, respectivamente. Este utilizó el fertilizante de liberación lenta de nutrientes, con la incorporación de 5 ton. de gallinaza por hectárea.

Se pudo determinar también que el efecto principal de la fertilización, tuvo influencia positiva significativa estadísticamente en cuanto a los resultados

de rendimiento y diámetro de pellas evaluados, no así para la incidencia de tallo hueco. El efecto principal de la gallinaza no tuvo influencia alguna en los resultados de rendimiento e incidencia de tallo hueco, solamente representó una leve significancia en los resultados obtenidos en el diámetro de pellas. En cuanto a la interacción entre fertilizante y gallinaza, ésta no fue significativa, para los parámetros evaluados.

## I. INTRODUCCION

Guatemala posee actualmente, dentro de sus áreas cultivadas, considerables extensiones dedicadas al cultivo del brócoli, (Brássica oleracea var itálica). Este cultivo representa mejores opciones para los agricultores, quienes han encontrado una mayor rentabilidad en áreas que durante mucho tiempo fueron dedicadas a monocultivos de gramíneas y leguminosas.

Inicialmente, el cultivo del brócoli fue bastante empírico; sin embargo, con los pocos conocimientos adquiridos a través de la práctica, se lograron rendimientos aceptables para que representara una buena alternativa como medio de subsistencia para pequeños y medianos agricultores del altiplano del país.

Esta situación motivó el interés de explorar con mayor atención los diferentes problemas de fertilidad que limitan la producción del cultivo, de tanta importancia para la exportación. Por otra parte, tomando en consideración la mano de obra requerida, resulta ser una alternativa adecuada para resolver, en parte, la situación económica por la que atraviesan los agricultores, ya que dicho cultivo generaría con la generación de fuentes de trabajo en el interior de la República.

Adicionalmente, si se considera la situación actual de Guatemala como país privilegiado por su posición geográfica y las oportunidades de producción de vegetales para exportación, uno de ellos, el brócoli, representa una fuente de captación de divisas, debiendo emprender, a nivel nacional, esfuerzos para el mejoramiento del cultivo.

## II. OBJETIVOS

### A. General:

1. Contribuir a la producción y rendimiento del cultivo de brócoli con la variación en sus fuentes nutricionales y su interacción con materia orgánica.

### B. Específicos:

1. Mejorar el rendimiento y diámetro de pella del brócoli.

2. Evaluar el efecto de los nutrientes en la incidencia de tallo hueco.

3. Evaluar el efecto de las variaciones ambientales en las respuestas obtenidas.

4. Determinar los tratamientos óptimos para el cultivo de brócoli en el área de estudio.

## III. HIPOTESIS

1. No existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos en rendimiento, incidencia de tallo hueco y diámetro de pella entre los tratamientos propuestos.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### A. Generalidades del brócoli:

###### 1. Características botánicas y taxonómicas

El brócoli Brássica oleracea var. itálica, según Edmond et. al. (1967) pertenece a la familia de las Crucíferas. Produce brotes o inflorescencias en forma de cabeza verde azulado, verde claro y verde oscuro. Su ciclo vegetativo varía de 100 a 120 días según la variedad. Actualmente se manejan híbridos de 75 a 120 días y son pocos los que alcanzan 150 días de ciclo vegetativo. Ross (1959) señala al brócoli como una planta de crecimiento erecto con alturas que oscilan entre 50 y 70 centímetros, de inflorescencia granulada, fina, gruesa y media con diámetro que oscila entre 12 y 15 centímetros.

###### 2. Requerimientos climáticos

Casseres (1966) menciona que el brócoli, al igual que las demás brássicas, se desarrolla mejor a alturas comprendidas entre 1100 a 2500 m.s.n.m., en un clima de fresco a templado. La temperatura promedio óptima está entre 15 a 23 grados centígrados. A temperaturas mayores, la planta permanece latente vegetativamente sin florecer, y continúa formando nuevo follaje, o las inflorescencias se pigmentan de un color púrpura.

###### 3. Distanciamiento de siembra

Burgos (1983) menciona que el distanciamiento de

siembra más utilizado en nuestro medio es de 0.45 mts entre surcos, y 0.45 mts entre plantas, con lo que se obtiene una densidad de 49,382 plantas por hectárea.

#### 4. Suelos

Gudiel (1987) concuerda con Edmond et. al. (1967 b) que el brócoli se adapta a diferentes condiciones de suelo, prefiriendo los francos. También requiere suelos con pH de 5.5 a 7.0 bien drenados con alto contenido de materia orgánica y buena retención de humedad.

#### 5. Rendimientos

El rendimiento, según los datos recabados en la zona en que se llevó a cabo el experimento, fluctúa entre 120 a 190 quintales por hectárea, de acuerdo con la variedad y densidad de siembra.

## 6. Composición e importancia

Cuadro 2.1

### COMPOSICION QUIMICA DEL BROCOLI/100 GRS. DE MUESTRA

Constituyentes	Dimensional	Valor promedio
Agua	gramos	89.70
Proteína	gramos	3.30
Grasa	gramos	0.20
CHO's disponibles	gramos	2.82
Fibra alimenticia	gramos	3.00
Minerales	gramos	1.10
Sodio	miligramos	13.00
Potasio	miligramos	464.00
Magnesio	miligramos	24.00
Calcio	miligramos	105.00
Manganeso	miligramos	0.26
Hierro	miligramos	1.30
Cobalto	microgramos	5.00
Cobre	miligramos	0.20
Zinc	miligramos	0.94
Níquel	microgramos	50.00
Cromo	microgramos	1.00
Fósforo	miligramos	82.00
Cloro	miligramos	78.00
Fluor	microgramos	10.00
Yodo	microgramos	15.00
Boro	miligramos	0.16
Nitratos	miligramos	71.00
Caroteno	miligramos	1.90
Vitamina E	miligramos	0.47
Alfa-Tocoferol	miligramos	0.46

Fuente: Food Composition and Nutrition Tables 1989/90.

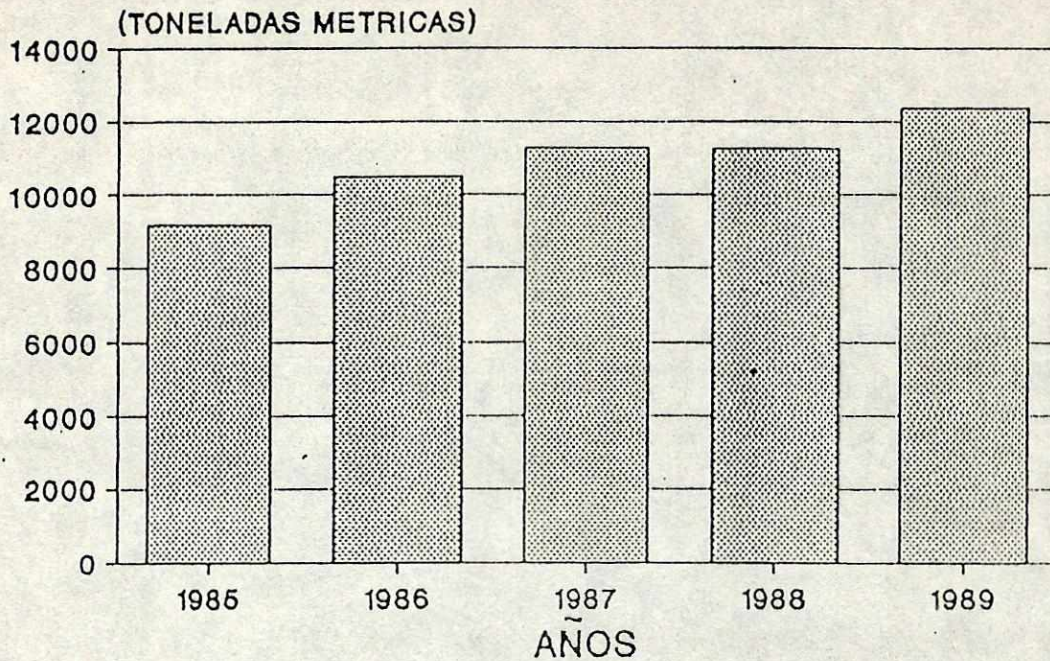
7. Estimación de la producción de brócoli en Guatemala

(Gráfica 2.1)

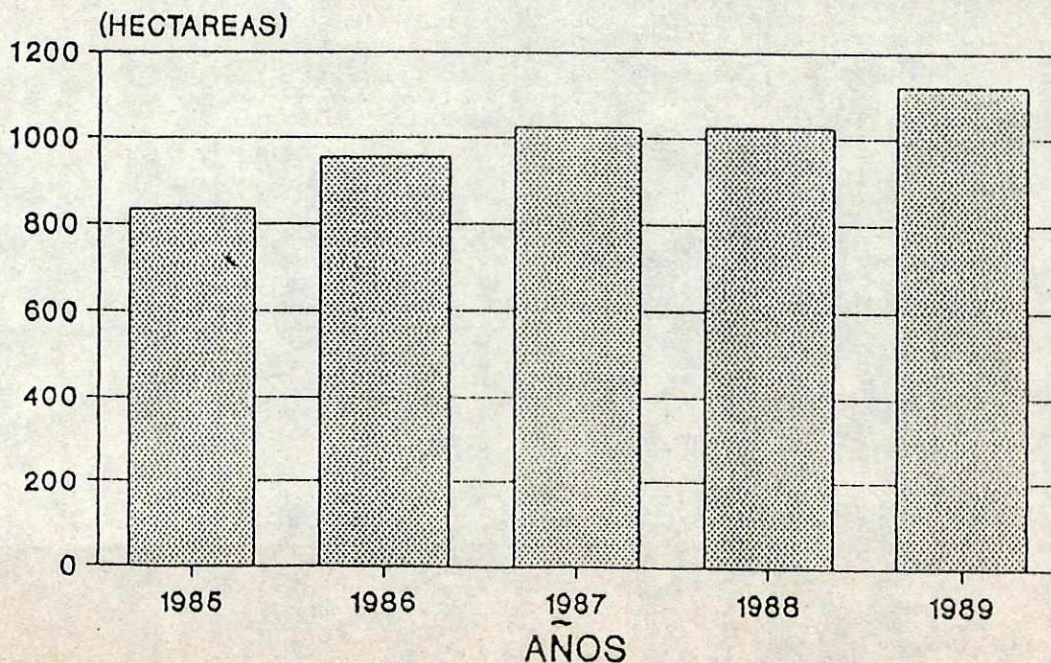
8. Estimación de área cultivada de brócoli en Guatemala

(Gráfica 2.2)

## GRAFICA 2.1: PRODUCCION ESTIMADA BROCOLI EN GUATEMALA



## GRAFICA 2.2: AREA DE CULTIVO DE BROCOLI EN GUATEMALA



## B. Parámetros meteorológicos:

1. Precipitación: Remenieras (1971) señala bajo el término de precipitación, todas las aguas que caen en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida como sólida. Para medir la precipitación se utiliza el pluviómetro, y la cantidad de agua precipitada se mide en mm por unidad de tiempo, donde un mm equivale a un litro por metro cuadrado de superficie.

2. Evaporación: El mismo autor menciona que el fenómeno de la evaporación interviene en el ciclo hidrológico desde el momento en que las precipitaciones llegan a la superficie del suelo. La evaporación se verifica primero a partir del agua de lluvia que cubre la delgada película de las hojas, los tallos y las ramas de todas las plantas o que escurre en la superficie del suelo antes de infiltrarse o unirse a la red hidrológica. Los hidrólogos designan con el nombre de evaporación al conjunto de los fenómenos citados que transforman el agua en vapor por un proceso específicamente físico. La cantidad de agua evaporada se expresa en mm por día, mes, año, etc.

3. Evapotranspiración: Grandes cantidades de agua son evaporadas por el proceso de transpiración de las plantas, que con sus raíces extraen de la profundidad del suelo el agua necesaria para su desarrollo y vida; esta evaporación "biológica" es llamada transpiración. Se agrupa bajo el nombre de evapotranspiración, el conjunto de los procesos de evaporación y transpiración. La evapotranspiración también se expresa en mm por unidad de tiempo,

según lo expresa Remenieras (1971).

4. Temperatura máxima y mínima: De acuerdo a Remenieras (1971), se entiende por temperatura máxima y mínima a la mayor y la menor temperatura alcanzada respectivamente, en un lapso de tiempo determinado. Comúnmente son expresadas en grados centígrados.

5. Humedad relativa: Gole (1970) señala que la humedad relativa es expresada en términos de porcentaje de vapor de agua necesarios para la saturación del aire. Usualmente la humedad es más alta en el aire durante la madrugada, cuando la temperatura registra el valor más bajo, y usualmente es más baja cuando se registra la temperatura más alta en el transcurso del día.

#### C. Beneficios de la incorporación de materia orgánica:

Según FAO/SIDA (1975), la mejora de los rendimientos y características de un cultivo están íntimamente ligadas a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en donde se desarrolla. Estas propiedades son aportadas mediante la descomposición de la materia orgánica del suelo, así como por las funciones que desempeña el agua en el mismo, ya sea como vehículo o como parte de una reacción. Fasbender (1987), Buckman et. al. (1965) y Tisdale et. al. (1985) concuerdan que la adición de materia orgánica al suelo ayuda a un incremento en la granulación del mismo. Por otro lado, aseguran los mismos autores, que la incorporación de residuos orgánicos degradables, fácilmente producen la síntesis de sustancias orgánicas complejas, que ligan

las partículas del suelo, en unidades estructurales llamadas agregados. Agregan los autores que su incorporación favorece la estructuración, ayudando a la labranza y al manejo del suelo, así como a aumentar el poder de retención de humedad de los suelos, reduciendo las pérdidas por lixiviación y lavado de nutrientes. Además se indica, las proporciona una coloración más oscura, lo que viene a favorecer la absorción de energía lumínica y el incremento de la actividad microbiana. Tisdale et. al. (1985 b) mencionan que una incorporación de materia orgánica, en combinación con buenos niveles de humedad del suelo, pueden poner a disposición de las plantas, elementos que en ausencia de materia orgánica son difíciles que la planta asimile. Esto último, debido a la acidez de compuestos orgánicos capaces de disolver y liberar elementos nutritivos de los minerales del suelo, por efectos de dilución y disociación.

Unas conclusiones del trabajo de tesis de Monterroso (1981) sobre el efecto de 6 combinaciones de abonos orgánicos y químicos en la producción de coliflor, asegura que el uso de gallinaza a razón de 5 Ton/Ha., presentó un mayor rendimiento, una mayor rentabilidad y un mejor desarrollo y calidad de plantas, además de aumentar la precocidad en relación a otros tratamientos.

## D. Fertilizantes de liberación lenta de nutrientes

### 1. Ventajas

El período de disponibilidad de nutrientes derivados de fertilizantes inorgánicos después de su aplicación es a menudo limitado debido a que algunos nutrientes, especialmente los nitratos, son lixiviados por el agua. Las pérdidas por lixiviación son fuertemente influenciadas por la textura del suelo, y la profundidad de percolación del mismo, y pueden producir una reducción en el rendimiento del cultivo. Los fertilizantes de liberación lenta de nutrientes, de acuerdo a los fabricantes, reducen pérdidas por lixiviación, lavado y volatilización; además de reemplazar inmediatamente los nutrientes removidos de la zona radicular. También pueden enumerarse otras ventajas en el uso de esta clase de fertilizantes, como la reducción en la fijación o velocidad de fijación de algunos nutrientes, como el fósforo y el potasio, así como la reducción del peligro de daño por quemadura causada por una aplicación excesiva de fertilizante.

### 2. Factores ambientales que afectan la velocidad de liberación de nutrientes.

La literatura cita que el incremento en la temperatura del suelo ocasiona un incremento en la velocidad de liberación de nutrientes, y que las bajas temperaturas ocasionan un efecto contrario al mencionado.

Por otro lado se menciona que en suelos con temperaturas abajo de cero grados centígrados, se produce un cese

temporal en la liberación de nutrientes, sin dañar el recubrimiento de resina de la cápsula de fertilizante. Temperaturas arriba de cero vuelven a reanudar el proceso de liberación del fertilizante.

Los secamientos intermitentes, como los ocurridos por riegos irregulares, son asimismo citados como reductores del rango de liberación de nutrientes.

3. Factores sin influencia en la velocidad de liberación de nutrientes.

La literatura hace mención al respecto que:

Los niveles de humedad del suelo. (De punto de marchitez permanente a capacidad de campo.), el volumen total de agua aplicada, la concentración salina externa del suelo que rodea al fertilizante, el pH del suelo y la actividad o población microbiológica, son factores que no afectan la velocidad de liberación de nutrientes.

4. El agua en la absorción de nutrientes:

Estudios de Tisdale et. al (1985) revelan que con una película más gruesa de agua o con un contenido más elevado de nutrientes en el suelo, los elementos pueden difundirse con mayor velocidad hacia las raíces. La absorción de nutrientes se ve afectado por el nivel de humedad del suelo, así como de modo indirecto por el agua de la actividad metabólica de la planta, por aireación del suelo y por concentración salina de la solución edáfica. El agua juega un papel muy importante en el transporte de nutrientes a las raíces, para que éstas puedan asimilarlo por

difusión y transportarlos a las partes donde se requiera.

5. ¿ Cómo funciona el fertilizante?

Según información proporcionada por la casa formuladora de este tipo de fertilizante, el mismo emplea un recubrimiento de polímeros con características semipermeables. Dependiendo del grosor de este recubrimiento, así será la duración de liberación de nutrientes. Entre más grueso sea el recubrimiento, mayor es el período de liberación de nutrientes y viceversa. Cuando el fertilizante es colocado en el suelo, la humedad penetra el recubrimiento y disuelve los nutrientes solubles en agua, creándose una presión osmótica dentro de la cápsula de fertilizante. Esta presión causa que los nutrientes disueltos en agua pasen a través de la membrana por difusión, y se incorporen al suelo donde son asimilados por la planta.

## V. MATERIALES Y METODOS

### A. Localización

El estudio se realizó en el campo experimental de la Industria Exportadora de Alimentos (INEXA), localizado en el Municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Departamento de Sacatepéquez, a una altura de 1951 metros s.n.m. (6400 pies s.n.m.) con un clima frío templado.

Según Simons, sus suelos pertenecen a la serie Cauqué, cuyo material madre es ceniza volcánica, pomácea, de color variable desde claro hasta café muy oscuro. Textura franca, consistencia friable, con una profundidad de 0.20 a 0.40 m y con un buen drenaje interno.

### B. Material experimental

La semilla utilizada en el experimento, corresponde al híbrido Shogun, cuyos requerimientos se adaptan a las características de la región.

Los fertilizantes aplicados fueron 20-20-00, 15-15-15, Urea 46%, 17-06-12 (fertilizante de liberación lenta), todos de formulación química. Además se empleó Sulfato de magnesio y boro al 48%.

Como fuente de materia orgánica se usó Gallinaza descompuesta, aplicada antes de la siembra.

### C. Procedimiento

En el experimento se evaluaron dos factores. Fertilización, con cuatro diferentes niveles, y la incorporación de materia orgánica, con dos niveles. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Cada bloque consistió en 5 surcos; cada surco estuvo formado por 21 plantas sembradas a una distancia de 0.45 mts. al cuadro, haciendo un total de 105 plantas por tratamiento.

Inicialmente, se procedió a la elaboración del semillero, el cual fue trasplantado al campo definitivo a los 35 días de sembrada la semilla. Para la preparación y desinfección del suelo del semillero, se utilizó como producto insecticida, Lorsban, a razón de 70 libras del producto por hectárea, incorporándose al suelo antes de la siembra. Como fungicida, se usó Captán, a razón de 50 gramos del producto por mochila de 4.5 galones, asperjándose antes de la siembra. En la preparación del suelo, inicialmente se aró la tierra para luego uniformizarla con dos pasadas de rastra. Seguidamente se delinearon y señalaron los bloques y tratamientos, utilizando rafia y rótulos correspondientes al tratamiento (Cuadro 5.3). Los cuidados culturales como fumigación, limpias y calza, se realizaron de acuerdo a experiencia previa en el cultivo.

Para el registro de variaciones climáticas se contó con un termohigrógrafo, termómetros de máxima y mínima, un pluviómetro y un aspiropsicrómetro, instalados gracias a la colaboración del INSIVUMEH. Cinco días antes de la siembra, se les incorporó a los tratamientos seleccionados el equivalente a 5 Ton. de gallinaza por hectárea. El manejo dado al experimento, fue el mismo que el agricultor proporciona a su cultivo en la zona. Para los tratamientos 1,2,3,4 se efectuaron dos

aplicaciones de fertilizante, la primera, una semana después de la siembra y la segunda 1 mes después de la primera aplicación. Para los tratamientos 5,6,7,8, solamente se realizó una aplicación al momento de la siembra. (Cuadro 5.2).

Cuadro 5.1  
TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION EVALUADOS  
EN EL EXPERIMENTO (Kg/Ha.)

PROG./TRAT.	N	P2O5	K2O	MgO	B
1,1	300	50	0	25	16
*1,2	300	50	0	25	16
2,3	275	100	100	0	25
*2,4	275	100	100	0	25
3,5	151	53	107	9	18
*3,6	151	53	107	9	18
4,7	201	71	142	12	23
*4,8	201	71	142	12	23

\*: Tratamientos que contienen el equivalente a cinco toneladas de gallinaza por hectárea.

En el cuadro 5.1, el primer número en la primera columna (PROG./TRAT) corresponde al número de programa de fertilización utilizado; el segundo corresponde al del tratamiento.

En el cuadro 5.1, los tratamientos 1 y 2 se establecieron con base en el análisis de suelo, así como a los requerimientos de nutrientes del cultivo.

Por aparte, los tratamientos 3 y 4 se integraron de acuerdo a la fertilización utilizada por el agricultor de la zona.

Los tratamientos 5, 6, 7 y 8 fueron fertilizados utilizando el producto de liberación lenta, a diferente dosificación.

## Cuadro 5.2

## FUENTES Y EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTES

# DE TRAT.	CANT. DE FERT. (KG/Ha)	FUENTE DE FERTILIZANTE	EPOCA DE APLICACION
1 y 2	330 156	16-20-00 Sulfato de Mg	5 días después de la siembra.
3 y 4	855 256	15-15-15 Urea	" "
5 y 6	888	* 17-06-12	Al momento de la siembra.
7 y 8	1185	* 17-06-12	Al momento de la siembra.
1 y 2	695 33	Urea Boro 48%	1 mes después de la primera fertilización.
3 y 4	256 52	Urea Boro 48%	"

\* = fertilizantes de liberación lenta.

Para establecer fechas, ver cuadro en apéndice B.

Cuadro 5.3  
UBICACION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

18.0 mts

9.45 mts	7	5	1	4	6	3	2	8
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---

2.65  
—mts—

6	5	1	2	3	4	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

6	5	1	2	3	4	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

4	5	1	7	8	6	3	2
---	---	---	---	---	---	---	---

## E. Evaluación de resultados

Para determinar el diámetro que la pella del brócoli presentaba al momento de la cosecha, se utilizó un Vernier lo cual hizo más exacta la medición de éstas. (Cuadro 6.10).

Por aparte, la incidencia de tallo hueco que presentaban las plantas, se determinó al momento de la cosecha, y los resultados se muestran en el Cuadro 6.6.

La variación en peso de las pellas se obtuvo tomando éste de las pellas cosechadas por cada uno de los tratamientos. (Cuadro 6.1).

El número total de plantas evaluadas por tratamiento fue de 45, eliminándose las de los bordes y las cabeceras.

Las lecturas de los datos meteorológicos se hicieron a las 6, 12, y 18 horas para el caso de los parámetros de temperatura máxima y mínima, bulbo seco y bulbo húmedo. La precipitación fue registrada una sola vez al día, a las 6 horas. Las gráficas colocadas en el termohigrógrafo registraron las variaciones de la temperatura y humedad relativa durante el período del ensayo, con una escala que permitió un registro semanal.

Para determinar la rentabilidad de los resultados, se aplicó un análisis de presupuesto parcial, utilizando como indicador la tasa marginal de retorno. Para calcular el ingreso bruto, se tomó el rendimiento total por tratamiento equivalente a una Ha. y este valor se multiplicó por el precio por kilogramo de producto puesto en la planta, que equivalía a 1.15/Kg. Para calcular los costos de cada tratamiento se tomaron en cuenta los costos del trasplante, de la primera aplicación de fertilizantes convencionales, de la segunda aplicación de fertilizantes y de cada fertilizante utilizado. El ingreso neto se obtuvo de la resta del ingreso bruto menos los costos que varían en cada tratamiento.

## VI. RESULTADOS:

CUADRO 6.1  
RESULTADOS DE RENDIMIENTO POR  
TRATAMIENTO EN Kg/Ha.

TRAT.	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
1	12162	12551	11675	12908	49296	12324
2	12973	12810	12980	13297	52060	13015
3	12324	12162	11935	12487	48908	12227
4	12662	12972	12900	13290	51824	12956
5	14010	13459	17383	13628	58480	14620
6	15275	14205	17513	12747	59740	14935
7	12940	12973	13032	12583	51528	12882
8	13107	13459	14208	10378	51152	12788
<b>TOTAL</b>	105453	104591	111626	101318	422988	

CUADRO 6.2  
ANALISIS DE VARIANZA PARA RESULTADOS DE  
RENDIMIENTO EN Kg/Ha.

F. VARIACION	G.L.	9.65	C.M.	F.CAL.	F.TAB.
Total corregido	31	60663312	1956881.03		
Efecto principal					
fertilización	3	26176666.00	8725555.33	7.24	3.07
Gallinaza	1	1346441.00	1346441.00	1.11	4.32
Bloques	3	6950182.20	2316727.40	1.92	3.07
Interacción					
Fert. * Gallinaza	3	887525.00	295841.67	0.25	3.07
Error	21	25302498.00	1204880.86		

CUADRO 6.3  
COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTOS EN Kg/Ha.  
(PRUEBA DE TUKEY)

# TRAT.	N	P2O5	K2O	MGO	B	MEDIA	SIGNIFICANCIA
6	151	53	107	9	18	14935	A
5	151	53	107	9	18	14620	AB
2	300	50	0	25	16	13015	AB
4	275	100	100	0	25	12956	AB
7	201	71	142	12	23	12882	AB
8	201	71	142	12	23	12788	AB
1	300	50	0	25	16	12324	AB
3	275	100	100	0	25	12227	B

Nota: todos los tratamientos pares contienen el equivalente a 5000 Kg/Ha. de gallinaza como materia orgánica.

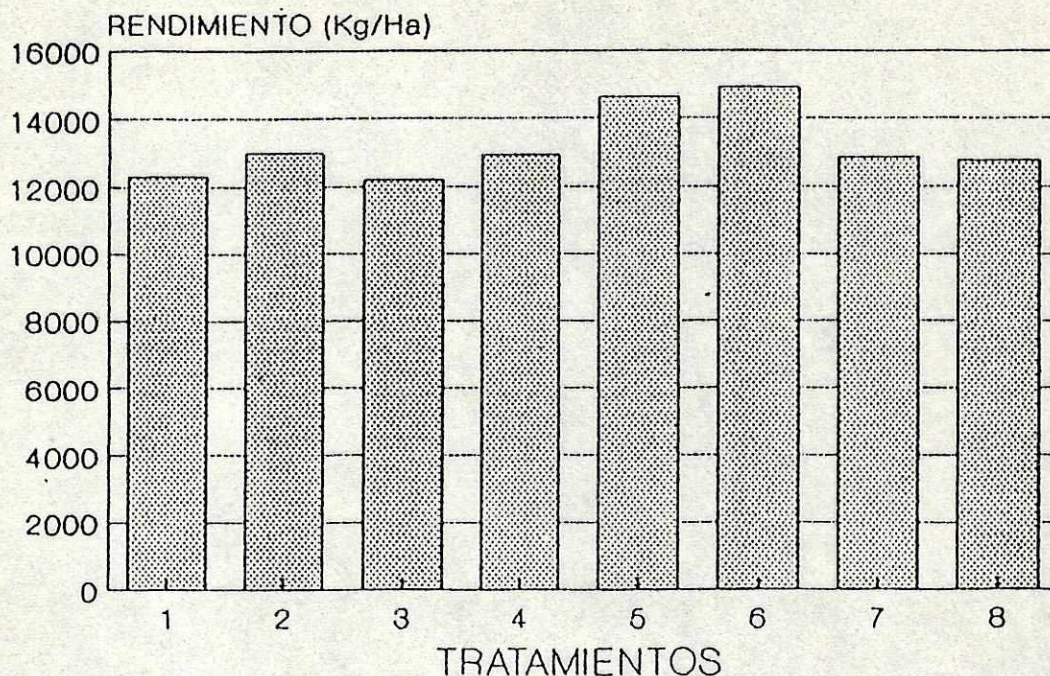
CUADRO 6.4  
COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE  
LOS PROGRAMAS DE FERTILIZACION UTILIZADOS  
EN Kg/Ha

PROG, TRAT	GALLINAZA	RENDIMIENTO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
3,5	0	14620	14777.5	A
3,6	5000	14935		
4,7	0	12882	12835.0	B
4,8	5000	12788		
1,1	0	12324	12669.5	B
1,2	5000	13015		
2,3	0	12227	12591.5	B
2,4	5000	12956		

COEFICIENTE DE VARIACION: 22.68%

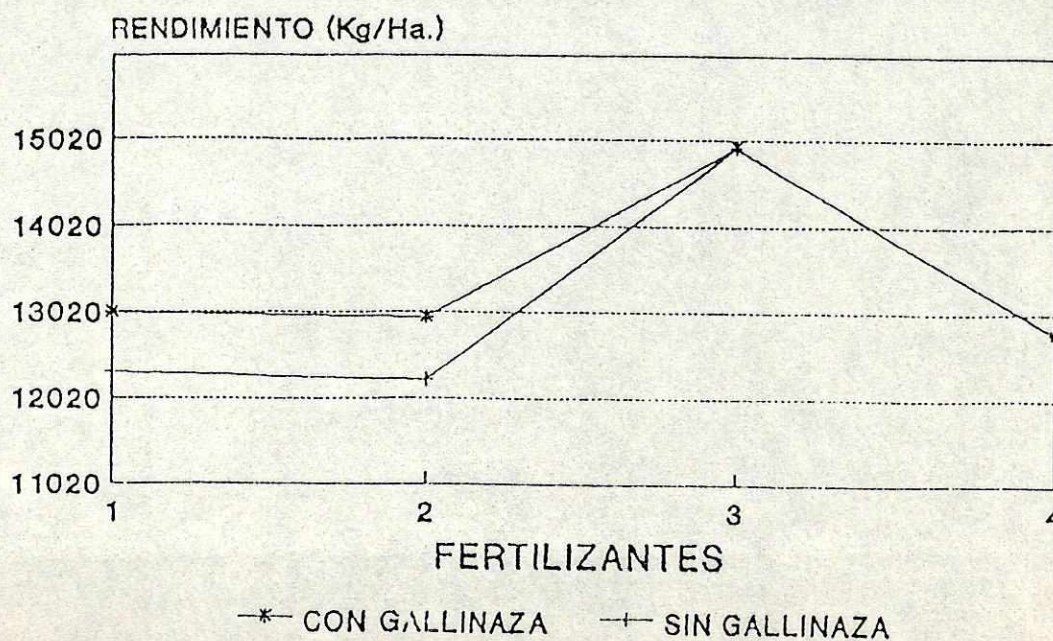
# GRAFICA 6.1

## RENDIMIENTO POR TRATAMIENTO

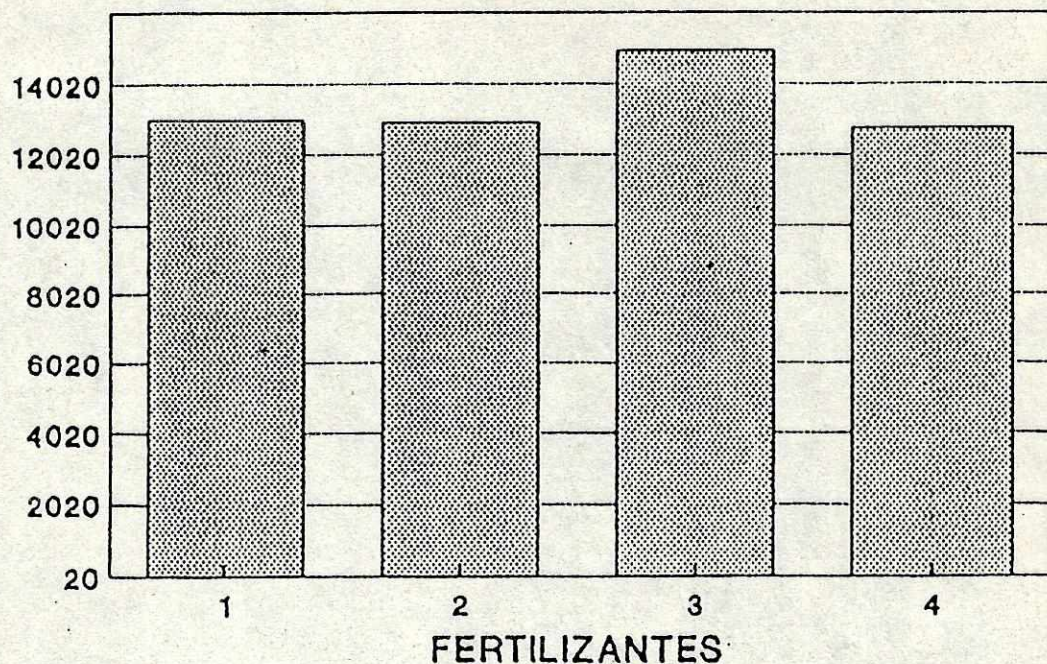


# GRAFICA 6.2 INTERACCION

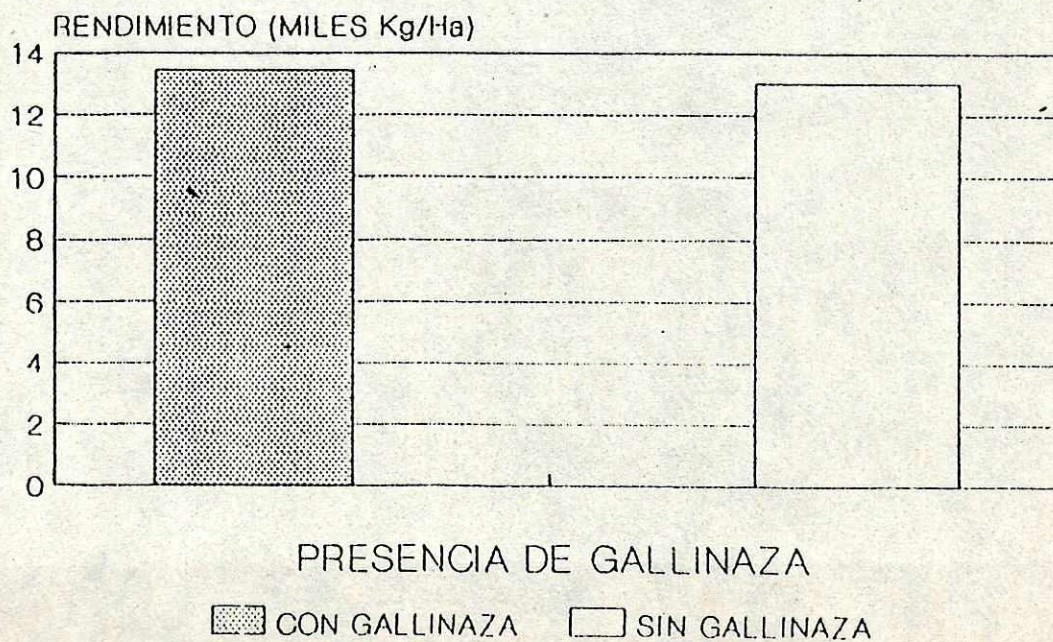
## GALLINAZA/FERTILIZANTE



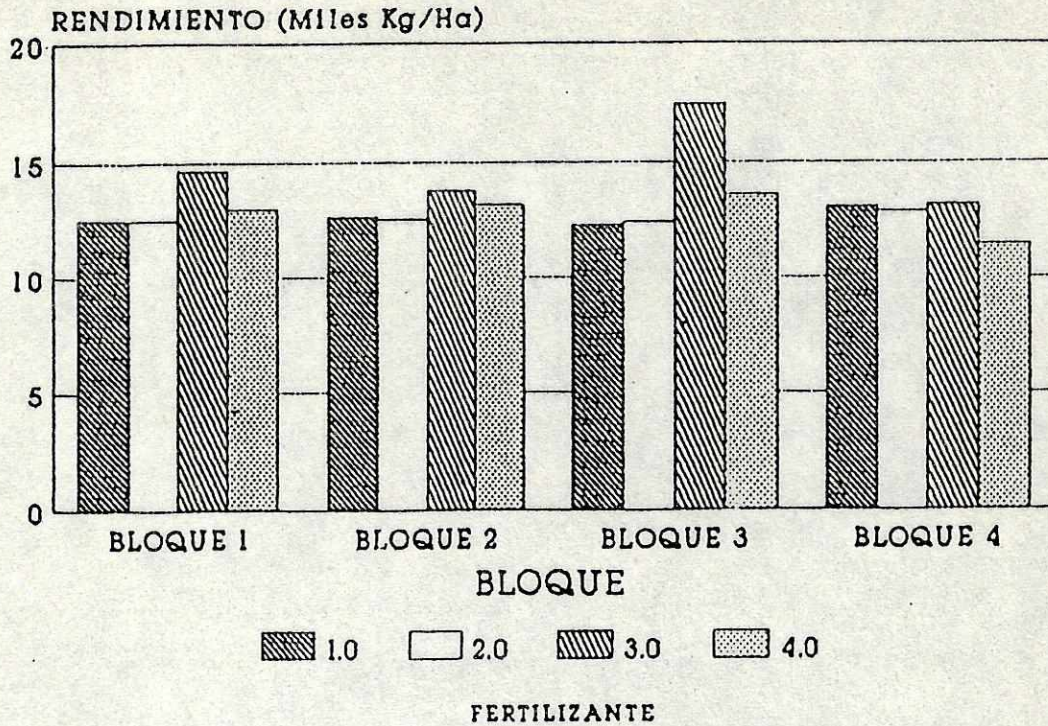
## GRAFICA 6.3 EFECTO PRINCIPAL DEL FERTILIZANTE



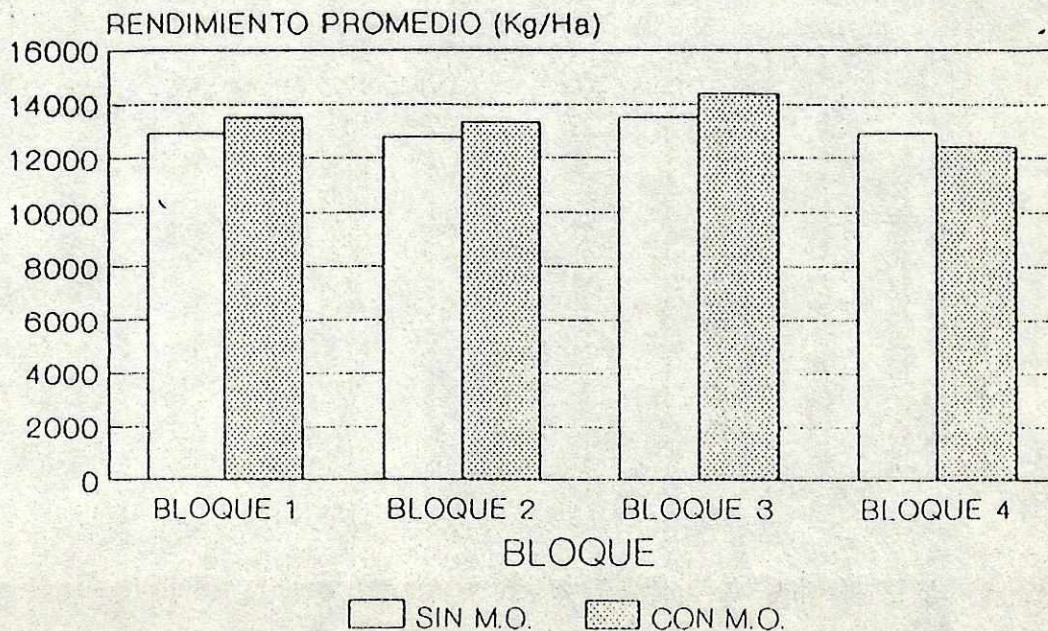
## GRAFICA 6.4: EFECTO PRINCIPAL DE GALLINAZA



**GRAFICA 6.5: RENDIMIENTO PROMEDIO  
POR FERTILIZANTE, POR TRATAMIENTO**



**GRAFICA 6.6: RENDIMIENTO  
PROMEDIO SIN Y CON M.O.**



CUADRO 6.5

PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE TALLO HUECO  
EN PLANTAS SEGUN TRATAMIENTO.

TRAT.	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	% T.HUECO*
1	45	41	42	43	171	95.0 %
2	40	45	45	42	172	95.6 %
3	37	42	43	45	167	92.7 %
4	44	43	37	42	166	92.2 %
5	43	45	45	42	175	97.2 %
6	38	45	45	44	172	95.5 %
7	33	37	43	43	156	86.7 %
8	42	45	42	39	168	93.3 %
TOTAL	322	343	342	340	1347	

\* % T.hueco = porcentaje de tallo hueco

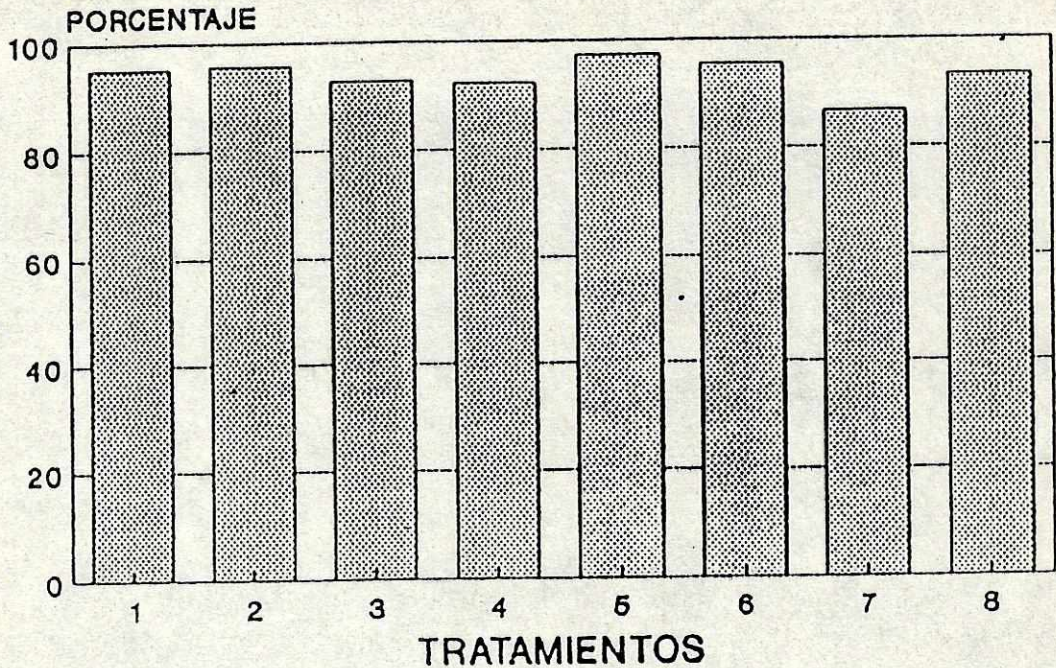
CUADRO 6.6

ANALISIS DE VARIANZA PARA RESULTADOS DE  
INCIDENCIA DE TALLO HUECO.

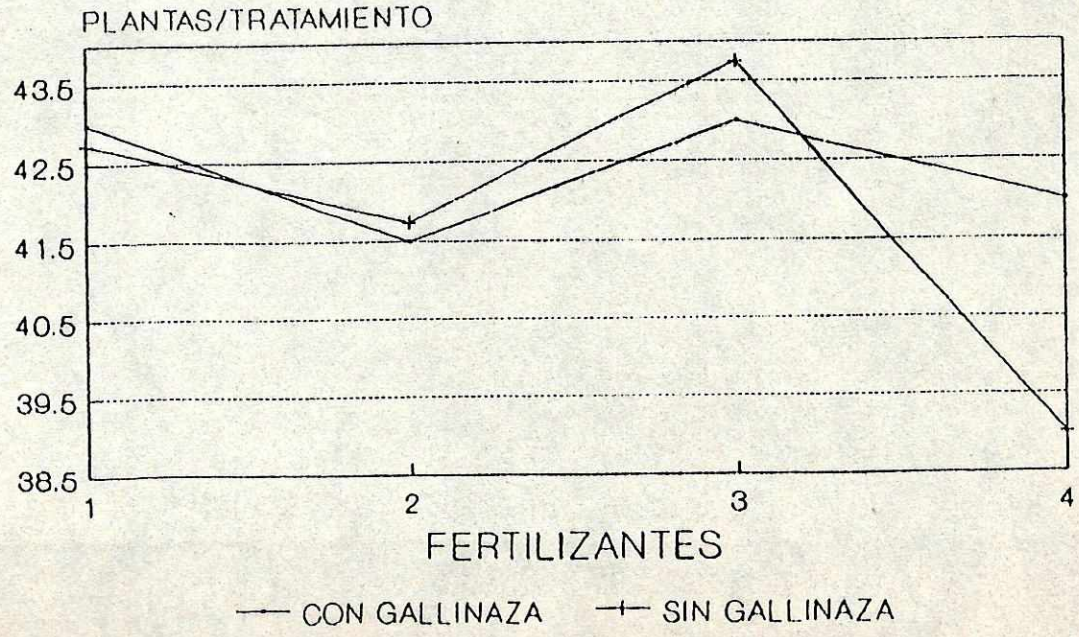
F. VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F.TAB.
Total corregido	31	280.72	9.055		
Efecto principal					
fertilización	3	40.10	13.37	1.52	3.07
Mat. Orgánica	1	2.53	2.53	0.28	4.32
Bloques	3	36.84	12.28	1.39	3.07
Interacción					
Fert. * Mat. Org.	3	16.84	5.61	0.63	3.07
Error	21	184.41	8.78		

COEFICIENTE DE VARIACION: 8.07%

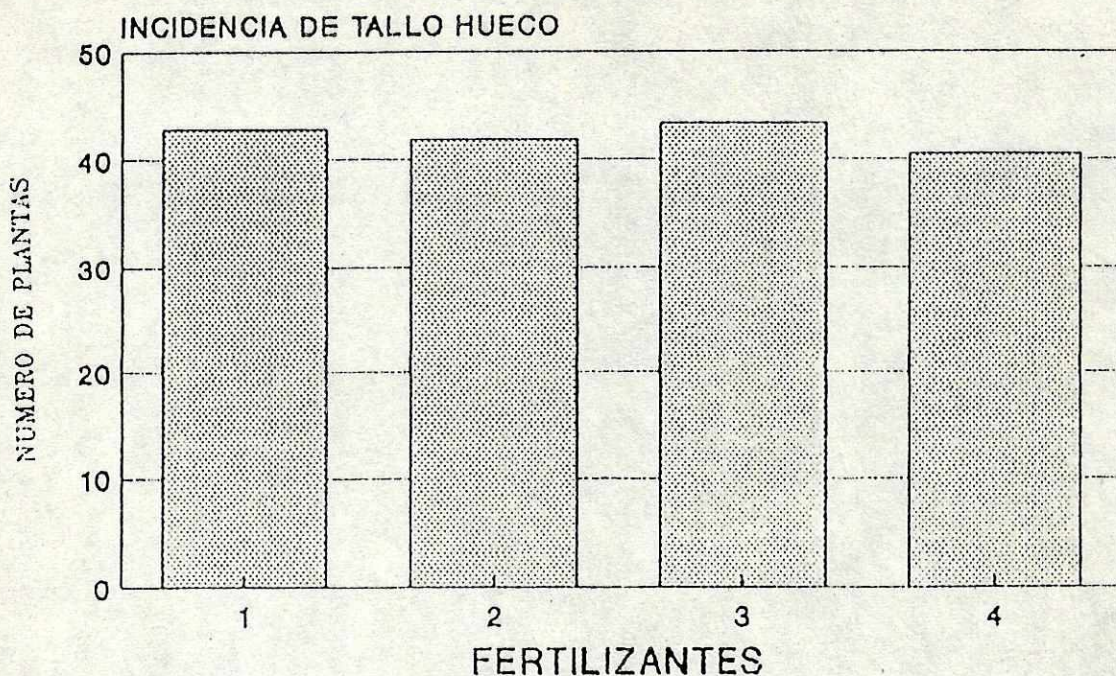
**GRAFICA 6.7:**  
**INCIDENCIA DE TALLO HUECO (%)**



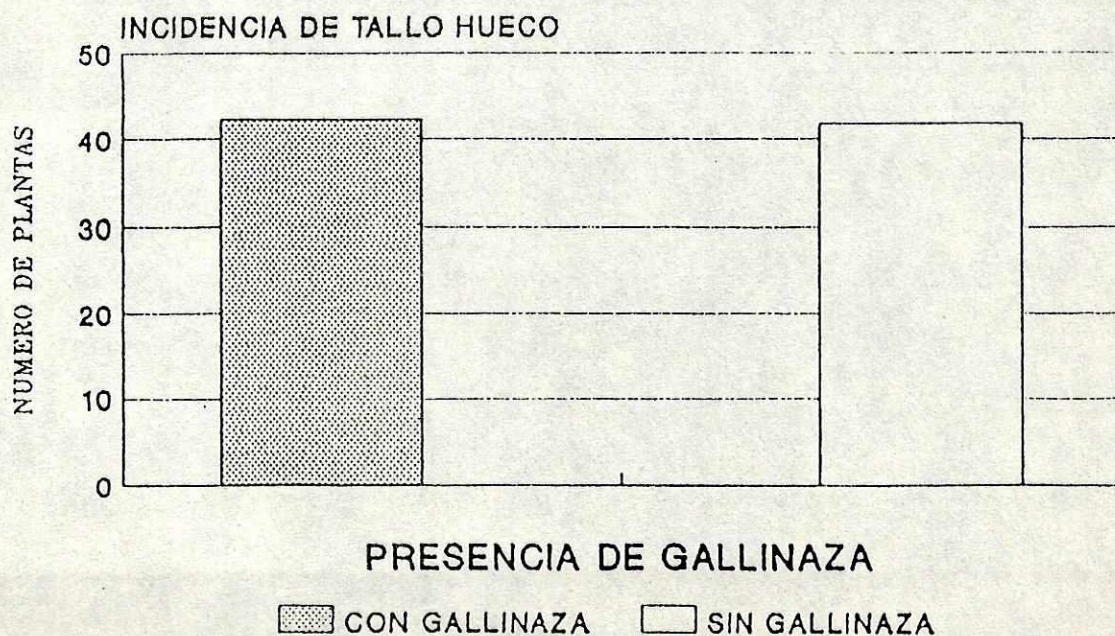
**GRAFICA 6.8 INTERACCION**  
**GALLINAZA/FERTILIZANTE**



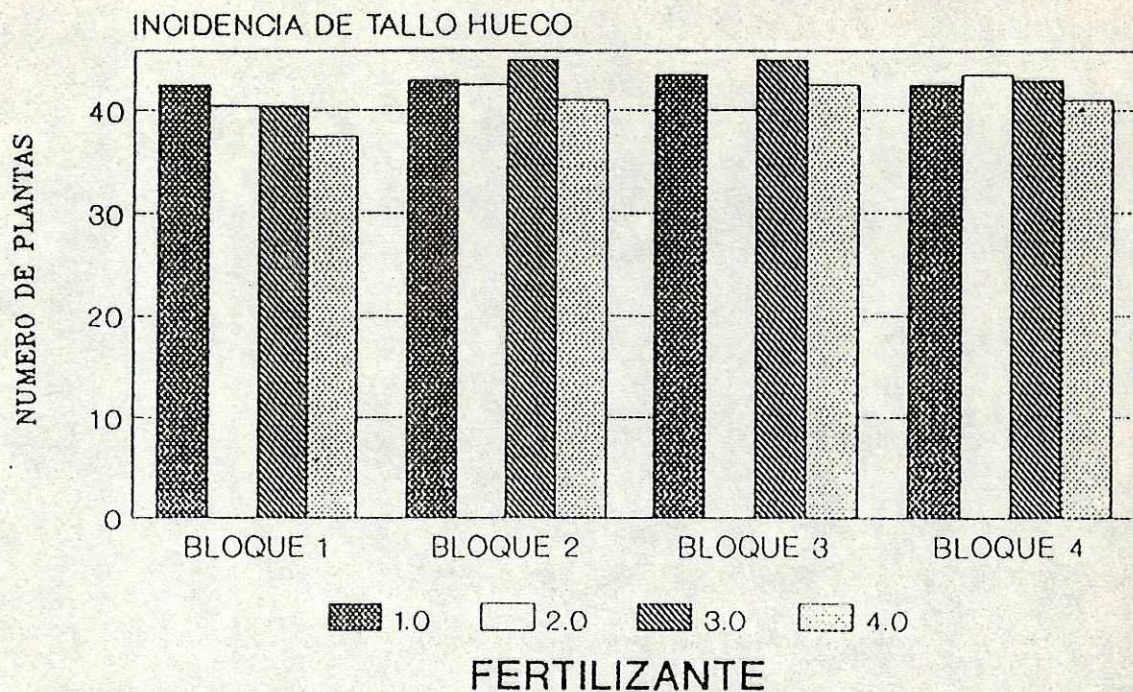
## GRAFICA 6.9: EFECTO PRINCIPAL DEL FERTILIZANTE



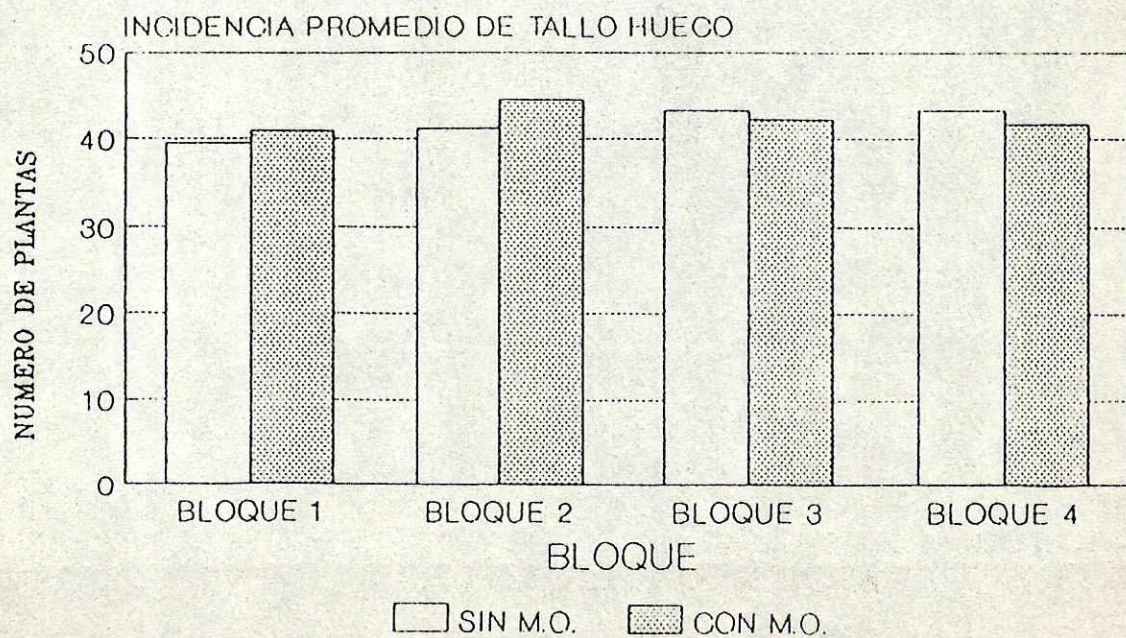
## GRAFICA 6.10: EFECTO PRINCIPAL DE GALLINAZA



GRAFICA 6.11: INCIDENCIA PROMEDIO TALLO HUECO, POR FERTILIZANTE, POR BLOQUE



GRAFICA 6.12: INCIDENCIA PROMEDIO DE TALLO HUECO SIN Y CON M.O.



M.O. - MATERIA ORGANICA

CUADRO 6.7

RESULTADOS PARA PROMEDIO DE DIAMETRO DE PELLAS  
POR TRATAMIENTO (CENTIMETROS).

TRAT.	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	TOTAL	MEDIA
1	19	19	18	18	74	18.5
2	21	21	20	21	83	20.7
3	19	19	19	18	75	18.7
4	20	21	19	19	79	19.7
5	20	24	23	25	92	23.0
6	22	24	24	25	95	23.7
7	20	21	21	20	82	20.5
8	20	21	19	19	79	19.8
TOTAL	161	170	163	165	659	

CUADRO 6.8

ANALISIS DE VARIANZA PARA RESULTADOS DE PROMEDIO  
DE DIAMETRO DE PELLAS.

F. VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F.TAB.
Total corregido	31	0.0134	0.000432		
Efecto principal fertilización	3	0.0091	0.003030	22.13	3.07
Gallinaza	1	0.0006	0.000600	4.50	4.32
Bloques	3	0.0005	0.000166	1.25	3.07
Interacción Fert. * Gallinaza	3	0.0004	0.000233	1.75	3.07
Error	21	0.0028	0.000133		

CUADRO 6.9

COMPARACION DE MEDIAS PARA PROMEDIO DE DIAMETRO DE PELLAS (PRUEBA DE TUKEY).

# TRAT.	N	P205	K20	MGO	B	MEDIA(MTS)	SIGNIFICANCIA
6	151	53	107	9	18	23.7	A
5	151	53	107	9	18	23.0	AB
2	300	50	0	25	16	20.7	AB
7	201	71	142	12	23	20.5	B
8	201	71	142	12	23	19.8	C
4	275	100	100	0	25	19.7	C
3	275	100	100	0	25	18.7	C
1	300	50	0	25	16	18.5	C

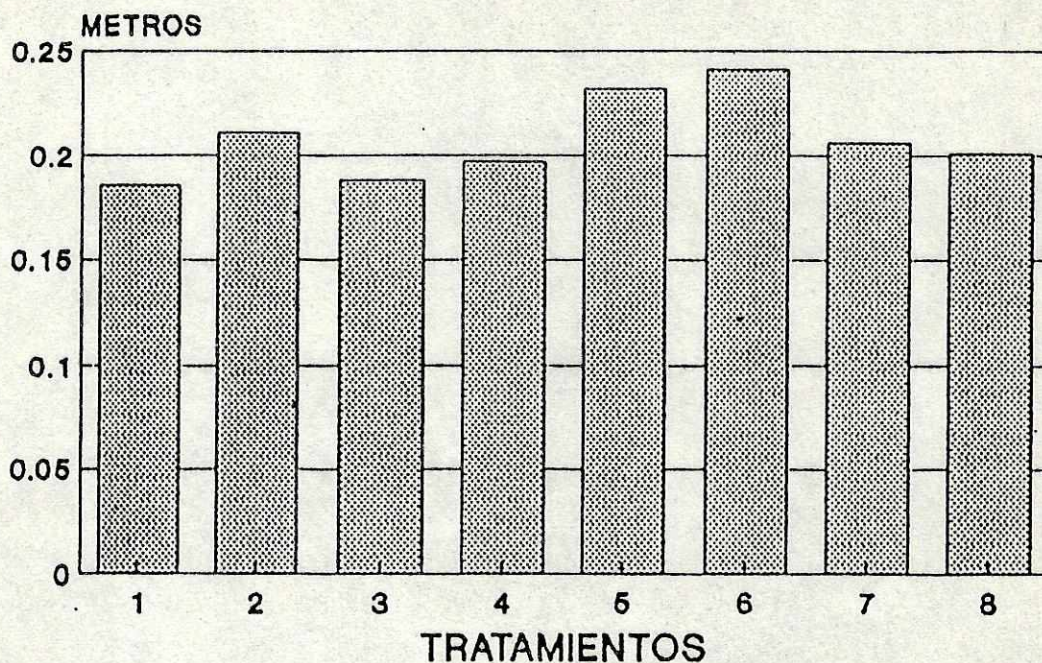
CUADRO 6.10

COMPARACION DE MEDIAS PARA PROMEDIO DE DIAMETRO (CM) DE PELLAS EN PROGRAMAS DE FERTILIZACION UTILIZADOS

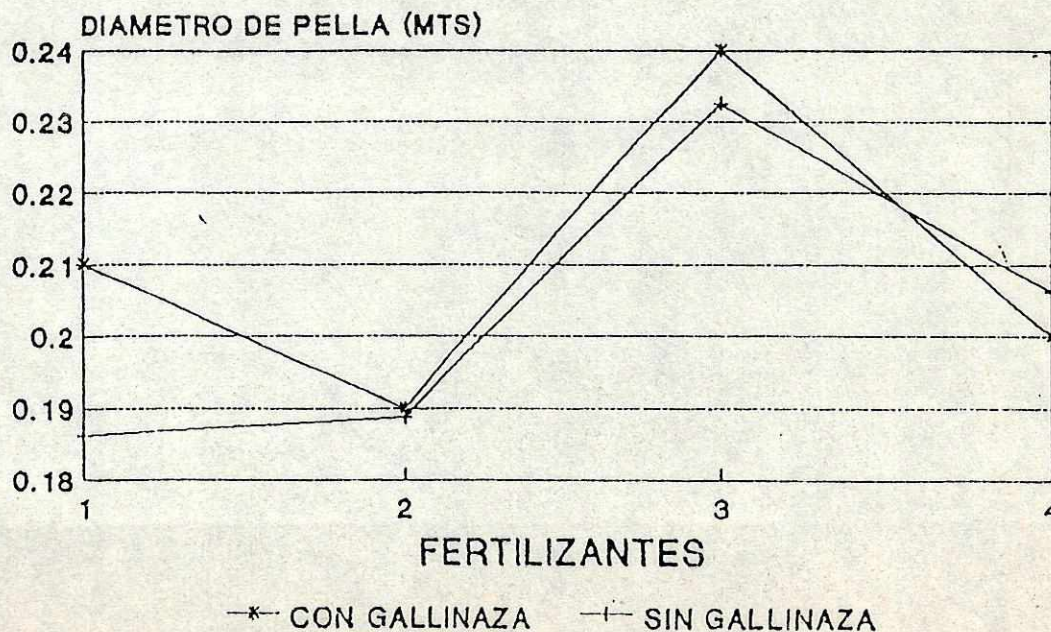
PROG, TRAT	GALLINAZA	DIAMETRO	MEDIA	SIGNIFICANCIA
3,5	0	23.0		
3,6	5000	23.7	23.35	A
4,7	0	20.5		
4,8	5000	19.8	20.15	B
1,1	0	18.5		
1,2	5000	20.7	19.6	B
2,3	0	18.7		
2,4	5000	19.7	19.2	B

COEFICIENTE DE VARIACION: 0.04%

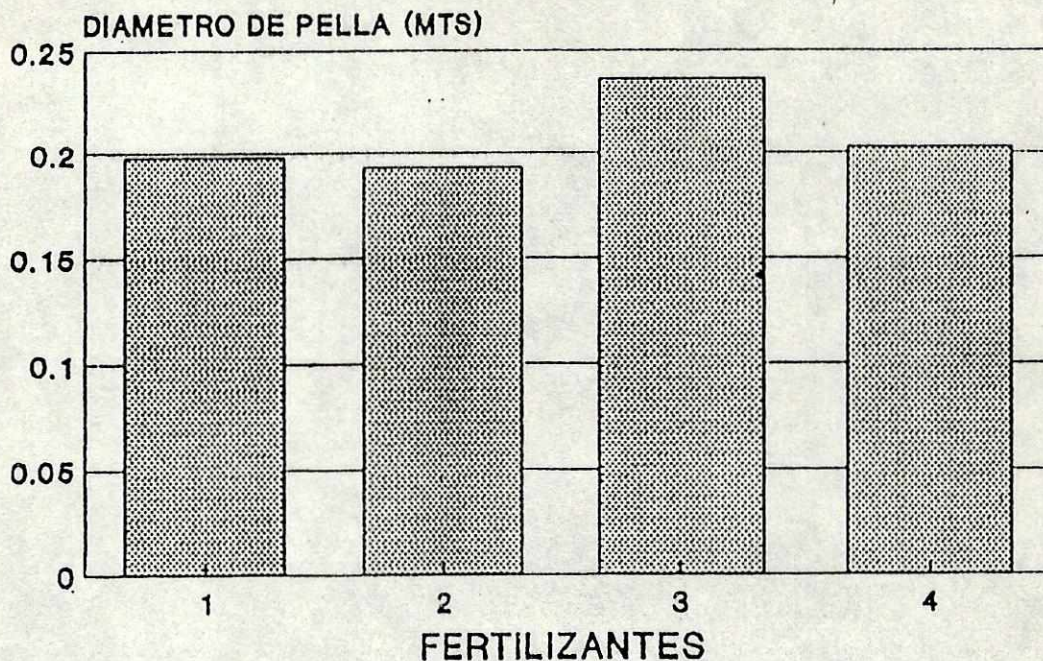
**GRAFICA 6.13:**  
**PROMEDIO DIAMETRO DE PELLA (MTS)**



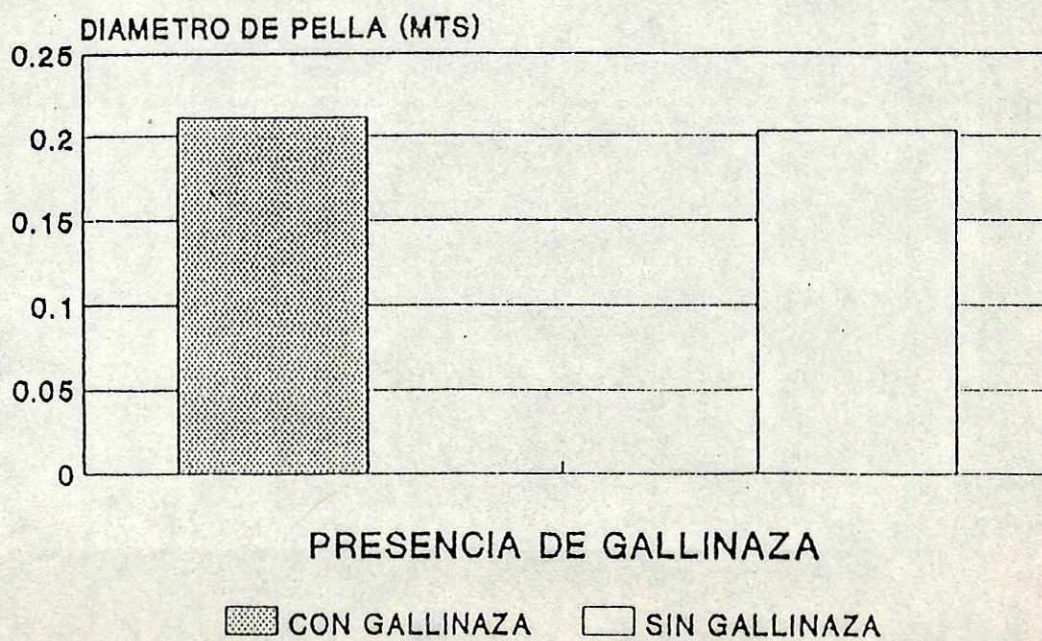
**GRAFICA 6.14 INTERACCION**  
**GALLINAZA/FERTILIZANTE**



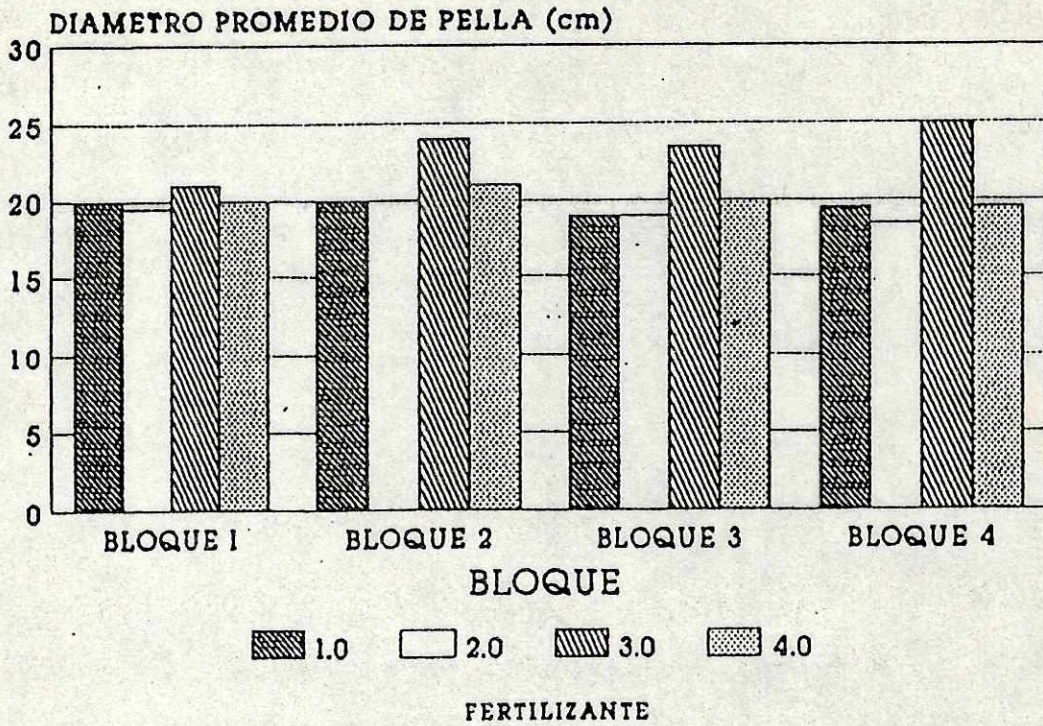
## GRAFICA 6.15: EFECTO PRINCIPAL DEL FERTILIZANTE



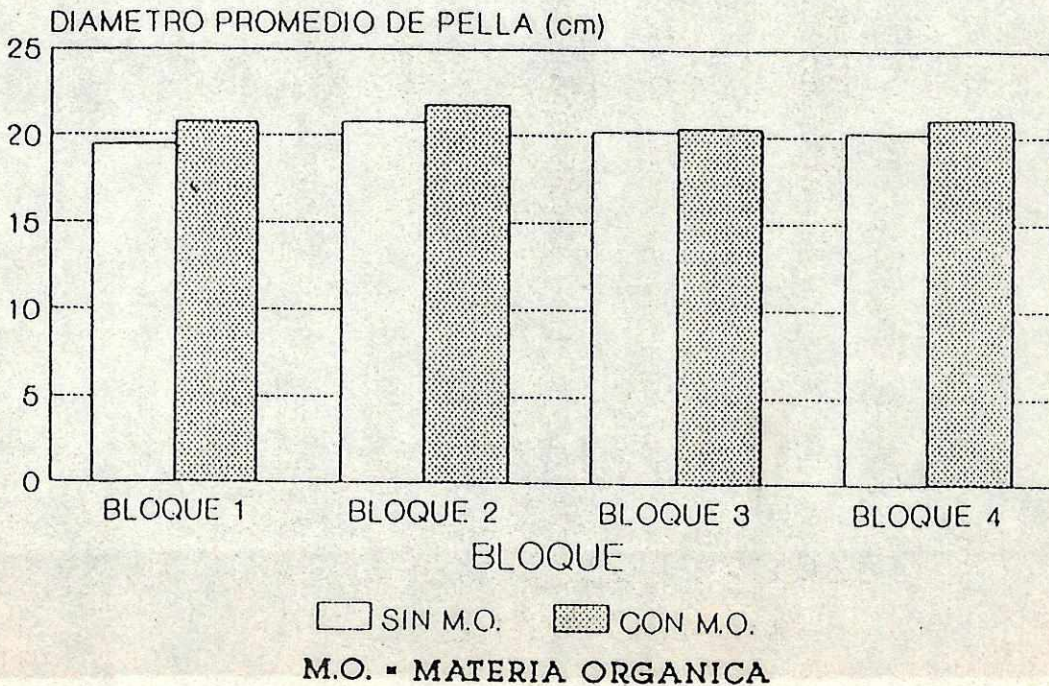
## GRAFICA 6.16: EFECTO PRINCIPAL DE GALLINAZA



GRAFICA 6.17: DIAMETRO PROMEDIO DE PELLA  
POR FERTILIZANTE, POR BLOQUE



GRAFICA 6.18: DIAMETRO PROMEDIO  
DE PELLA SIN Y CON M.O.



**Cuadro 6.15**  
**Cuadro para Beneficio Bruto, Costos y**  
**Beneficio Neto según tratamiento.**  
**(Quetzales/Ha.)**

Tratamientos								
1	2	3	4	5	6	7	8	A.
14234	15032	14122	14964	16886	17249	14878	14770	
B.	2103	3237	2235	3369	10009	11143	13246	14380
C.	12130	11795	11886	11594	6876	6106	1631	389

donde:

- A = Beneficio bruto.
- B = Costos.
- C = Beneficio neto.

**Cuadro 6.16**  
**Costo de menor a mayor y Beneficio Neto**  
**de acuerdo al tratamiento.**  
**(Quetzales/Ha.)**

# TRAT	Costo	Beneficio Neto	
1	2103.62	12130.60	
3	2235.64	11886.54	D
2	3237.22	11795.10	D
4	3369.24	11594.94	D
5	10009.55	6876.55	D
6	11143.15	6106.77	D
7	13246.85	1631.83	D
8	14380.55	389.59	D

D = tratamientos dominados.

## VII. DISCUSION

En el análisis de varianza para rendimiento, se pudo determinar una F calculada mayor que la F de tablas, lo que indica que por lo menos, un tratamiento de los ocho evaluados es significativamente mejor estadísticamente (Cuadro 6.2). Lo anterior viene a ser confirmado con la prueba de Tukey (Cuadro 6.3), en donde el tratamiento número 6 resultó ser el mejor en rendimiento con (14,935 Kg/Ha). Sin embargo, estadísticamente, el mismo tratamiento resultó igual a los tratamientos 5, 2, 4, 7, 8, 1 en orden de mayor a menor rendimiento y con un nivel de significancia de 5% (Gráfica 6.1). El tratamiento solamente resultó significativamente mayor al mismo nivel de significancia, al tratamiento 3 con (12,227 Kg/Ha).

Para el mismo parámetro, rendimiento, se obtuvo una F calculada de 1.92, menor a la F de tablas para la fuente de variación de bloques. Esto indica que los tratamientos estuvieron bien distribuidos en el campo experimental, y que la disposición de los bloques en el campo no tuvo alguna influencia considerable sobre ninguno de los tratamientos evaluados. Se puede observar que el tratamiento número 1 (Cuadro 6.4) registró el mejor rendimiento (14,935 Kg/Ha), éste se obtuvo con la utilización del fertilizante de liberación lenta con el programa de fertilización de 888 Kg/Ha y con la aplicación de 5 Ton/Ha de gallinaza como fuente de materia orgánica (14,935 Kg/Ha) (Gráfica 6.1).

En el efecto principal de la fertilización, la F calculada (7.24) resultó mayor que la F de tablas (3.07), lo que significa (Cuadro 6.2 y Gráfica 6.3) que el mejor fertilizante lo constituyó el de liberación lenta en las dosis indicadas por los tratamientos 5 y 6 para análisis de rendimiento. En el efecto principal de la materia orgánica, la F calculada (1.11) resultó menor que la F de las tablas (4.32) por lo que no se considera una diferencia estadística

significativa. Esto nos indica que la aplicación de materia orgánica no influyó en el rendimiento pues los resultados con y sin gallinaza no varían mucho uno del otro (Gráfica 6.4) . Posiblemente se debe a que el efecto que suministra la materia orgánica al suelo, no es inmediato y casi siempre ha de pasar un tiempo para que ésta proporcione los beneficios requeridos de mejora con su aplicación al suelo.

En relación a la interacción entre materia orgánica y fertilizantes, se pudo observar una F calculada (0.25) menor que la F de tablas (3.07), (Cuadro 6.2). Esto indica una interacción entre ambos factores casi nula; sin embargo no es posible interpretar una falta de interacción, pues como puede notarse en la dosis alta de fertilizante de liberación lenta número 4 en la gráfica 6.2, si la hubo, pero por ser tan pequeñas no se manifiesta considerablemente.

Para el caso de análisis de comparación de medias para rendimiento de los 4 programas de fertilización utilizados, el número 3 fue significativamente mejor que el 4, 1 y 2 en orden descendente, comprobándose nuevamente la efectividad del fertilizante de liberación lenta. (Cuadro 6.4).

Para la incidencia de tallo hueco, el análisis de varianza nos muestra una F calculada menor que la F de tablas, para las fuentes de variación. (Cuadro 6.6), por lo que no se considera algún tratamiento significativamente mejor que cualquier otro evaluado en el experimento, siendo estadísticamente iguales, por lo que no fue necesaria efectuar la prueba de Tukey. El tratamiento que presentó el mayor número de plantas afectadas por tallo hueco fue el número 5, con (97.2%), en contraposición con el tratamiento número 7 que mostró menos plantas afectadas por esta enfermedad, con (86.7%) del total de plantas evaluadas.

Se pudo determinar que el tratamiento número 5 presentó mayor incidencia de tallo hueco seguido por el número 2 y por el número 6 en orden descendente (Gráfica 5.7).

En la fertilización, esta no sugiere algún efecto

significativo en cuanto a la incidencia de la enfermedad de tallo hueco, pues se obtuvo una F calculada (1.52) menor que la F de tablas (3.07), (Cuadro 6.6). Además es notoria la poca diferencia entre los resultados obtenidos por el efecto de cualquiera de las fertilizaciones utilizadas por tratamiento, (Gráfica 6.7).

Con relación al efecto principal de la materia orgánica para la incidencia de tallo hueco, no se registró significancia estadística considerable en los resultados obtenidos, F calculada (0.28) menor que F de tablas (4.32), la diferencia en aplicar o no gallinaza fue muy pequeña, por lo que no se considera que haya influido en los resultados finales de incidencia de la enfermedad de tallo hueco en el cultivo (Gráfica 6.10).

En cuanto a la interacción entre fertilización y materia orgánica, ésta no tuvo algún efecto significativo en los resultados finales de incidencia de tallo hueco, (Cuadro 6.6) al estimarse una F calculada (0.63) menor que la F de tablas (3.07).

En el diámetro de pellas, la F calculada (1.78) para la fuente de variación de bloques fue menor a la F de tablas (3.07), por lo que indica que la disposición de los bloques no tuvo algún efecto considerable en los resultados obtenidos en los tratamientos. Para la fuente de variación de los tratamientos, ésta es mayor que la F de tablas (2.49) siendo estadísticamente mejor, por lo menos un tratamiento de los ocho evaluados (Cuadro 6.7).

Para determinar cuál de los tratamientos era estadísticamente superior que los demás, se elaboró la prueba de Tukey al nivel de significancia de 5% (Cuadro 6.9), el cual nos indica una diferencia significativa del tratamiento 6 con un diámetro de pella promedio de 23.7 cm respecto al tratamiento 7 y 8, con un diámetro de 20.5 cm y 19.8, respectivamente. Los tratamientos 5 y 2, resultaron ser iguales estadísticamente, al igual que los tratamientos 8, 4,

3 y 1 en orden descendente. Los resultados se pueden apreciar en la gráfica 6.13.

El efecto principal de la fertilización tuvo un efecto considerable en la obtención de un diámetro de pella más grande, pues se obtuvo una F calculada (22.13) mayor que la F de tablas (3.07) (ver Cuadro 6.8). Debido a lo anterior, se pudo determinar mediante la prueba de Tukey que la fertilización del tratamiento número 6 fue la mejor y superior, con significancia estadística a los tratamientos 7, 8, 4, 3, y 1 en orden descendente e igual que los tratamientos 5 y 2 por la poca diferencia presentada en los resultados (Cuadro 6.7 y Gráfica 6.15).

La materia orgánica, por su parte, representó también un factor importante al obtener mayor diámetro de pella, lo que es respaldado por una F calculada (4.50) un poco mayor que la F tabulada (4.32) (Cuadro 6.8 y Gráfica 6.16). La combinación de ambos factores, fertilización y materia orgánica no indujo algún efecto estadístico considerable en los resultados obtenidos, lo cual puede observarse por una F calculada (1.72) menor que la F de tablas (3.07) (Cuadro 6.8 y Gráfica 6.14), y al igual que para la interacción entre fertilizante y gallinaza para el parámetro de rendimiento. Esta pequeña interacción gráfica no representa un efecto significativo entre ambos factores.

El efecto que tuvo la fertilización en cada uno de los bloques puede ser apreciada en los volúmenes de rendimiento de la Gráfica 6.5. Aquí se observa que el mejor comportamiento lo tuvo la fertilización de liberación lenta con una dosis de 888 Kg/Ha. con fórmula 17-06-12. El efecto de la materia orgánica para el mismo parámetro, tuvo un comportamiento similar, con la incorporación de gallinaza al suelo y respondiendo a mejores rendimientos, que sin la incorporación de gallinaza al suelo.

Para la incidencia de tallo hueco, el comportamiento del fertilizante de liberación lenta presentó un marcado aumento

de rendimiento en los bloques 2 y 3, (Gráfica 6.11). De manera que no puede determinarse un efecto directo de fertilizantes para la incidencia de tallo hueco al igual que para la gallinaza (Gráfica 6.12) donde en los mismos bloques 2 y 3, se mostraron resultados antagónicos para la incidencia de esta enfermedad, con y sin aplicación de gallinaza como fuente de materia orgánica.

En lo que se refiere a los cuatro programas de fertilización utilizados, independientemente de la aplicación de 5 ton. de gallinaza/Ha., para la incidencia de tallo hueco, no se presentó alguna diferencia significativa al 5% en el comparador de medias de Tukey, por lo que se deduce que los programas de fertilización no influyeron en los resultados obtenidos.

En relación al efecto de variación del diámetro de pella, el fertilizante de liberación lenta de nutrientes presentó una marcada diferencia, respondiendo como el mejor en cada uno de los 4 bloques evaluados (Gráfica 6.17), al igual que los resultados para la incorporación de gallinaza al suelo, que presentan una pequeña diferencia superior en diámetro de pella con los resultados obtenidos sin la incorporación de gallinaza (Gráfica 6.18). El mejor programa de fertilización para incremento de diámetro de pella fue el número 3 (correspondiente a los tratamientos 5 y 6) que obtuvo también el mejor rendimiento. Este presentó una significancia estadística sobre los programas de fertilización 4, 1 y 2, m en orden descendente.

La precipitación pluvial tuvo una distribución muy variable, pues del 1 al 15 de mayo sólo se registraron 38.7 mm, que fueron insuficientes para llenar los requerimientos del cultivo, (Apendice C) especialmente en el período comprendido del 6 y el 10 de mayo, en el que no se presentó registro de lluvia. A partir del 26 de mayo se registró un

aporte aceptable de lluvia, ya que en este período, del 26 al 31 de mayo, las reservas de humedad del suelo aún estaban por debajo del 50% de su potencial. Después de esa fecha hubo agua disponible en el suelo, lo suficiente para que el cultivo pudiera desarrollarse fácilmente y que los nutrientes entraran en solución. La situación anterior fue válida hasta finales del mes de julio, porque de aquí en adelante las reservas de humedad fueron reducidas considerablemente, debido principalmente a la época de canícula que se presentó en forma acentuada y posteriormente a una interrupción de la época lluviosa (Apendice C). Lo anteriormente expresado coincidió con la etapa de formación del primordio floral y de la floración hasta la cosecha. Además, el consumo de agua por las plantas fue menor durante el período en que las lluvias fueron más persistentes (finales de junio), con tasas medias de 4.3 mm/día; mientras que durante el período con ausencia de lluvias, las tasas de evapotranspiración se incrementaron hasta 6 mm/día. Debido a las condiciones climáticas del área de Santa Lucía Milpas Altas, se considera una evapotranspiración media de 4 mm/día, según el método de Hargreaves, pero a partir del 15 de julio, el aporte de agua por las lluvias fue de 2.6 mm/día, habiéndose experimentado un déficit de agua de 1.4 mm/día, o sea el equivalente a 14,000 litros de agua por hectárea por día.

Según investigaciones en fisiología vegetal (M. Llardén) y física de suelos (F. Garavito), con bajo contenido de humedad en los suelos, el sistema radicular de las plantas no es capaz de absorber el agua necesaria para la realización de las funciones fisiológicas y en su defecto aprovecha el agua disponible en los tejidos, produciéndose contracciones de los mismos y algunas veces pueden estar acompañados de agrietamientos. Los fertilizantes y nutrientes son asimilados por las plantas, siempre y cuando se encuentren en la solución del suelo, o sea que el contenido de humedad debe rebasar el estado de capacidad de campo del suelo.

Desde el punto de vista económico, el análisis de presupuesto parcial nos indica que el tratamiento que mejor ofrece un beneficio neto a un costo menor, es el número 1, utilizando fertilizantes de uso convencional. No se pudo determinar la tasa marginal de retorno, la cual se calcula como el cambio de ingreso neto dividido entre el cambio en los costos de los tratamientos comparados. El mejor tratamiento corresponderá al que proporcione la más alta tasa marginal de retorno la cual nos indica la cantidad de beneficio en quetzales que se obtendrá por cada quetzal de inversión. En el presente caso, no existía otro tratamiento que dominara al número 1 en costo ni beneficio (Cuadro 6.16). por lo que se considera el mejor desde el punto de vista económico.

## VIII. CONCLUSIONES

A. El tratamiento que resultó estadísticamente superior fue el número 6, con un rendimiento de 14,935 kg/Ha y un diámetro de pella de 23.7 cm. correspondiente al fertilizado con dosis de 888 kg/Ha. de fertilizante de liberación lenta con fórmula 17 - 06 - 12 más elementos menores. A éste le fueron incorporados 5 Ton. de gallinaza/Ha. como fuente de materia orgánica.

B. El efecto principal de la fertilización tuvo influencia significativa estadística, en cuanto a rendimiento y diámetro de pella, no así para la incidencia de tallo hueco.

C. El efecto principal de la gallinaza no tuvo influencia alguna visible en los resultados obtenidos de rendimiento e incidencia de tallo hueco, solamente representó un breve efecto significativo para el diámetro de pellas.

D. La interacción de fertilizante y gallinaza no fue significativa estadísticamente para los parámetros evaluados de rendimiento, incidencia de tallo hueco y diámetro de pella.

E. Durante los primeros meses, la plantación de brócoli estuvo abastecida con un volumen de agua adecuado para cumplir con las demandas requeridas por el cultivo más las pérdidas por evaporación del suelo. Pero durante el período comprendido entre finales de julio a finales de agosto, la disponibilidad de humedad en el suelo fue cercana al 50% de la capacidad de almacenamiento del espacio poroso del suelo.

F. El mejor rendimiento y diámetro de pella se obtuvo con el programa de fertilización, donde se utilizó el fertilizante de liberación lenta de nutrientes a razón de 888 Kg/Ha. con una fórmula comercial 17 - 06 - 12 más elementos menores, con un rango de liberación de nutrientes de 3 a 4 meses, independientemente de la incorporación de gallinaza como fuente de materia orgánica.

G. El programa de fertilización con el que se obtuvo el mejor beneficio neto, corresponde al número 1, sin la incorporación de gallinaza como fuente de materia orgánica, obteniéndose la mayor utilidad (12130.60 Q./Ha.) y al costo más bajo (2103.62 Q./Ha.) de todos los programas de fertilización utilizados.

H. Los resultados de la incorporación de gallinaza como fuente de materia orgánica al suelo son visibles, posiblemente de seis a 12 meses después de su aplicación, debido en parte al período de tiempo que necesita la gallinaza para descomponerse y poner a disposición sus nutrientes para que puedan ser asimilados por la planta.

I. Para nuestro medio, en el cultivo del brócoli, no es recomendable el uso de fertilizantes de liberación lenta, puesto que resulta prohibitivo, y la utilidad percibida con este tipo de fertilización no compite con la obtenida con el uso de fertilizantes convencionales.

## IX. SUGERENCIAS

A. Se recomienda el uso de gallinaza como fuente de materia orgánica al suelo, solamente cuando el análisis de suelos indique un nivel abajo del 2% de materia orgánica en el suelo analizado.

B. Se recomienda la incorporación de gallinaza como fuente de materia orgánica, con por lo menos 6 meses de anticipación a la siembra del cultivo.

C. Para la zona donde se realizó el experimento, se recomienda el uso del programa de fertilización número 2, que incluye la aplicación de 275-100-100-16 Kg/Ha. de N-P2O5-K2O-B, respectivamente.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- BUCKMAN, H. Y M. BRADY. Naturaleza y propiedades de los  
1965 suelos. España. Compañía Editorial Uthea. 560  
pp.
- CASSERES, E. Producción de hortalizas. San José. Costa  
1966 Rica. 115 - 124 pp.
- EDMOND, J.; T. SEEN Y F. ANDREWS. Principios de  
1967 horticultura. México D.F. Continental. pp 164.
- FAO/SIDA. Organic material as fertilizers. Nations/Food  
1975 agriculture organization. 389 pp.
- FASSBENDER, H. Química de suelos con énfasis en los  
1987 suelos de América Latina. Turrialba. IICA.  
97 - 98 pp.
- GARAVITO, F. Investigaciones de balances hídricos  
1990 agrometeorológicos, Valle de Monjas, Jalapa  
INSIVUMEH. Guatemala. 100 pp.
- GOLE, F. Introduction to Meteorology. New York. John  
1970 Wiley & Sons Inc. 388 pp.
- MONTERROSO, G. Efecto de 6 combinaciones de abonos  
1981 orgánicos y químicos, sobre la producción de  
coliflor y su comportamiento en el suelo.  
Tesis Ing. Agr. USAC. Guatemala.
- REMENIERAS, G. Tratado de hidrología aplicada. París.  
1971 Eyrolles. 515 pp.
- PERDOMO, R. Ciencia y Tecnología del suelo. Guatemala  
1970 ciudad. Impresos USAC. 366 pp.
- ROSS, C. Coliflor y Brócoli, variedades y cultivo. USA.  
1985 AID. Boletín agrícola # 1957. 17 pp.

TISDALE, S. Y W. NELSON. Fertilidad de los suelos y  
1985 fertilizantes. España. Compañía editorial  
Uthea. 560 pp.

TEUSHER, H.; R. ADLES Y J. SEATON. El suelo y su  
1981 fertilidad. México D.F. 510 pp.

## APENDICE A

### RESULTADOS DE ANALISIS DEL SUELO

PARAMETROS DEL SUELO		NIVEL
Ph	5.6	ADECUADO
C.S	0.14 dS/m	ADECUADO
M.O.	2.4 %	
C.I.C.	9.3 mEq/100	
Saturación K	12.7 %	ALTO
Saturación Ca	80.2 %	ALTO
Saturación Mg	6.8 %	BAJO
Saturación Al	1.1 %	ADECUADO

ELEMENTO	CONC. MG/KG	NIVEL	RECOMENDACION		
			Kg/Ha	Lb/Mz	
NH4	5.30	Bajo	250.0	385.0	N
P	16.25	Bajo	60.0	92.4	P2O5
K	463.84	Alto	0.0	0.0	K2O
Ca	1498.53	Adecuado	0.0	0.0	Ca
Mg	77.31	Bajo	250.0	385.0	MgO
S	41.20	Adecuado	0.0	0.0	S
B	0.25	Bajo	2.9	4.5	B2O3
Cu	0.68	Bajo	0.4	0.6	Cu
Fe	14.79	Adecuado	0.0	0.0	Fe
Mn	3.50	Bajo	1.0	1.5	Mn
Zn	1.00	Bajo	0.6	0.9	Zn
Al	10.00	Bajo			

La relación alta de Fe/Mn puede inducir una deficiencia de magnesio.

En áreas con alta precipitación pluvial, en suelos arenosos, o en condiciones que favorecen la lixiviación de nitrógeno y potasio, se sugiere incrementar la dosis de estos nutrientes.

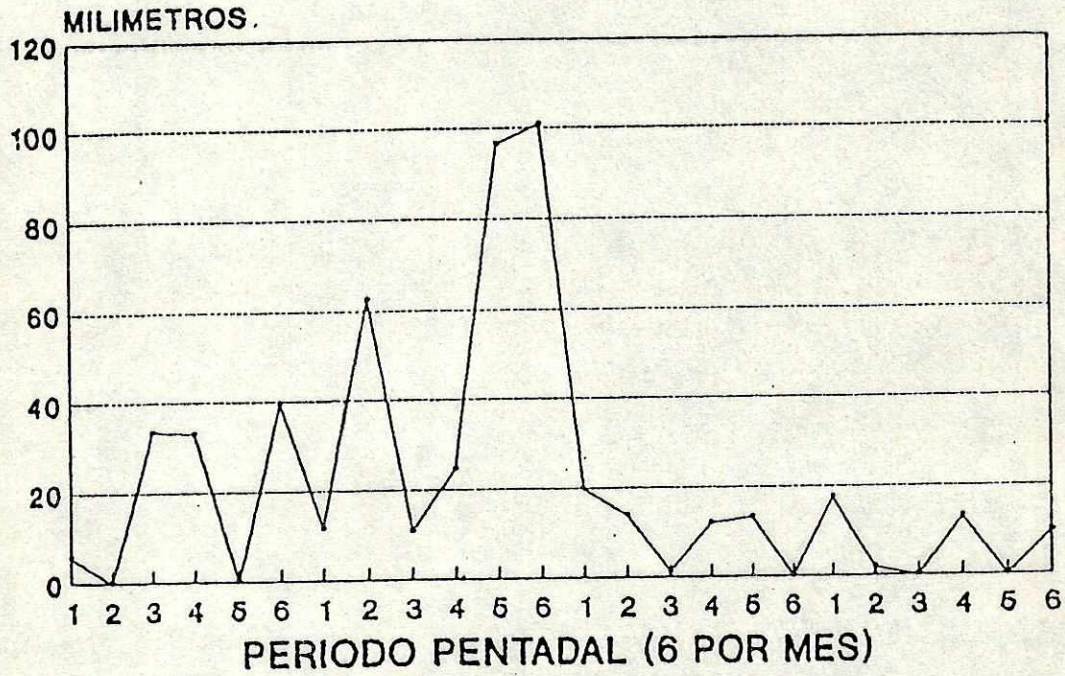
## Apendice B

### FECHAS DE ACTIVIDADES REALIZADAS

ACTIVIDAD	FECHA (día, mes, año.)
Semilleros.....	29 de abril, 1991
Germinación.....	06 de Mayo, 1991
Transplante.....	06 de Junio, 1991
Primera fertilización (fertilizante de liberación lenta.....	06 de Junio, 1991
Primera limpia.....	25 de Junio, 1991
Segunda fertilización + segunda limpia + aporque.....	10 de Junio, 1991
Primera cosecha.....	07 de Agosto, 1991
Segunda cosecha.....	09 de Agosto, 1991
Tercera cosecha.....	12 de Agosto, 1991
Cuarta cosecha.....	14 de Agosto, 1991
Quinta cosecha.....	15 de Agosto, 1991

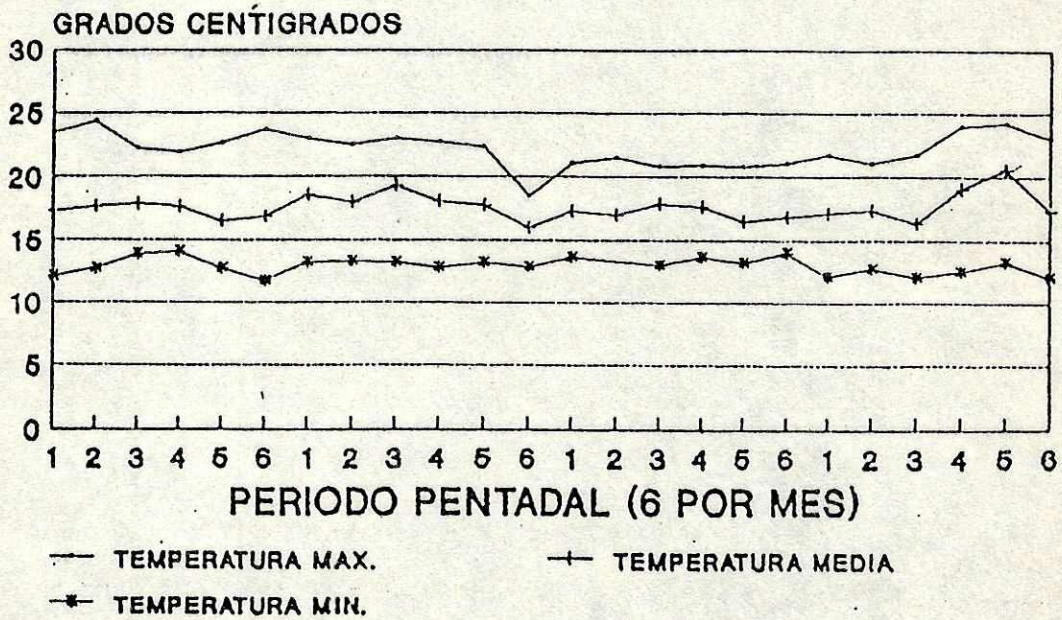
APENDICE C

# PRECIPITACION MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO



APENDICE D

# TEMPERATURAS MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO



APENDICE E

# EVAPOTRANSPIRACION MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO

