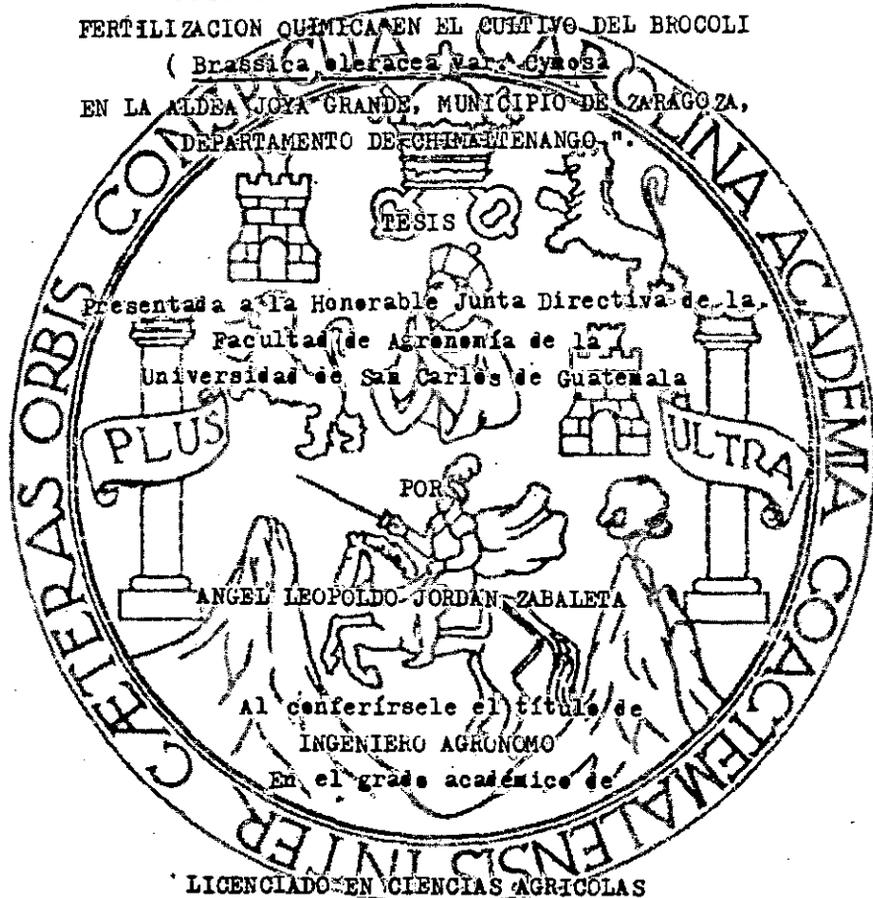


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

" EVALUACION DE TRES FUENTES DE
MATERIA ORGANICA Y DOS NIVELES DE
FERTILIZACION QUIMICA EN EL CULTIVO DEL BROCOLI
(Brassica oleracea var. Cymosa)
EN LA ALDEA JOYA GRANDE, MUNICIPIO DE ZARAGOZA,
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULANANGO."



Guatemala, Noviembre de 1969.

DL
01
T(1314)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DOCTOR RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. ANIBAL MARTINEZ M.
VOCAL 1o.	ING. AGR. GUSTAVO MENDEZ G.
VOCAL 2o.	ING. AGR. JORGE SANDOVAL ILLESCAS.
VOCAL 3o.	ING. AGR. WOTZBELI MENDEZ ESTRADA.
VOCAL 4o.	P. A. HERNAN PERLA GONZALEZ.
VOCAL 5o.	P. A. JULIO LOPEZ MALDONADO.
SECRETARIO	ING. AGR. ROLANDO LARA ALECIO.



FACULTAD DE AGRONOMIA

GUATEMALA, C. A.

Guatemala,
27 de octubre de 1989

Ingeniero
Anibal B. Martínez M.
Decano, Facultad de Agronomía
Su Despacho

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que habiendo revisado el trabajo de tesis del estudiante ANGEL LEOPOLDO JORDAN ZABALETA, carnet No. 82-13997, titulado: "EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA Y DOS NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA EN EL CULTIVO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Cymosa*) EN LA ALDEA JOYA GRANDE, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO", considero que el mismo reúne las características y condiciones necesarias para ser autorizado como tal.

En virtud de lo anterior, ante usted con todo respeto solicito su autorización para que dicho trabajo sea publicado como Tesis de Grado.

Deferentemente,

"ID V ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr.  Ortiz
ASESOR

Guatemala, noviembre de 1989.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

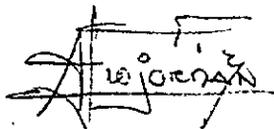
En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el agrado de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

" EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA Y DOS NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA EN EL CULTIVO DEL BROCOLI (Brassica oleracea, var. Cymosa) EN LA ALDEA JOYA GRANDE, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO ".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con su aprobación, me suscribo de ustedes,

ATENTAMENTE.



ANGEL LEOPOLDO JORDAN ZABALETA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES RENE OSWALDO JORDAN (Q.E.P.D.)
LIDIA ESPERANZA ZABALETA GONZALEZ

A MIS ABUELAS GRACIELA JORDAN (Q.E.P.D.)
MARIA DELIA GONZALEZ

A MI HERMANA EDTRA JUDITH JORDAN ZABALETA

A MIS HERMANOS MARIO RENE JORDAN ZABALETA
JULIO CESAR JORDAN ZABALETA
JUAN CARLOS JORDAN ZABALETA

A MI CUÑADO, FAMILIA Y AMIGOS

A MIS CUÑADAS Y RESPECTIVAS FAMILIAS

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

A MIS CATEDRATICOS (AS) DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MIS COMPANEROS DE ESTUDIO

A MIS COMPANEROS DE TRABAJO

A MAGROLIA MARTA ALICIA SOTO GONZALEZ (Q.E.P.D.)

A DON JACUBO NITSH Y FAMILIA

A LA FAMILIA DE LEON RIVADENEIRA, EN ESPECIAL A DON
ALFONSO DE LEON Y A MELIDA DE LEON RIVADENEIRA

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A DIGEEOS (DIRECCION GENERAL DE BOSQUE Y VIDA SILVESTRE)
EN ESPECIAL A MARCEL ENRIQUE ARAGON, COLUMBA SAGASTUME,
JOSE MIGUEL BARRILLAS Y EDGAR ARROLDO CARDONA NOGUERA.

A MIS AMIGOS (AS) EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS
A GUATEMALA
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA
A MIS COLEGAS
A LOS AGRICULTORES EN GENERAL.

AGRADECIMIENTO

Desco manifestar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que por razones de tiempo y espacio no me fué posible mencionar, pero que en una u otra forma, contribuyeron a que éste momento fuera posible.

GRACIAS.

El Autor.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	.iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE BIBLIOGRAFIA	5
1. Características botánicas de la planta	5
2. Generalidades del cultivo	5
3. Mercado	9
4. Importancia nutritiva del brócoli	10
5. Aspectos sobre la materia orgánica en el suelo	10
6. Aspectos sobre la fertilización química	12
7. Función del nitrógeno como nutriente vegetal	14
8. Función del fósforo como nutriente vegetal	18
9. Minerales amorfos, grupo de la alófana	19
10. Antecedentes de investigación en el cultivo del brócoli	20
V. MATERIALES Y METODOS	
1. Descripción general del área	23
2. Características del material experi- mental	26
3. Descripción de los tratamientos	28
4. Diseño experimental	29
5. Análisis del experimento	30
6. Manejo del experimento	32

	<u>PAGINA</u>
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	36
1. Análisis del suelo	36
2. Análisis de las fuentes de materia orgánica	37
3. Datos generales de rendimiento de inflorescencias de los tratamientos	38
4. Análisis estadístico	40
5. Análisis económico	41
VII. CONCLUSIONES	45
VIII. RECOMENDACIONES	46
IX. BIBLIOGRAFIA	47
X. APENDICE	50

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Exportaciones de brócoli, período 1978-1988	9
2	Valor del contenido nutritivo de 100 gramos de brócoli	10
3	Resultados del análisis del suelo	25
4	Tratamientos	29
5	Rendimiento de los tratamientos	38
6	Análisis de varianza del experimento en bloques al azar	40
7	Análisis de varianza del experimento como un bifactorial en bloques al azar	41
8	Análisis económico del experimento	42
9	Tasas de retorno de capital variable de los tratamientos	43

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Climadiagrama	24
2	Rayador fabricado por el agricultor	32
3	Sitios en donde se incorporó la materia orgánica.	33
4	Aplicación del fertilizante químico	34

INDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Ubicación de la aldea Joya Grande en el depto. de Chimaltenango	51
2	Croquis de la aldea Joya Grande	52
3	Croquis del experimento	53
4	Resultados de campo	54
5	Costo de producción	55
6	Determinación de los costos de fertilización de los tratamientos	57
7	Hoja de resultados del análisis de suelos efectuado por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas	58

EVALUACION DE TRES FUENTES DE MATERIA ORGANICA Y DOS NIVELES DE FERTILIZACION QUIMICA EN EL CULTIVO DEL BROCOLI (Brassica oleracea var. Cymosa) EN LA ALDEA JOYA GRANDE, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

RESUMEN

El presente trabajo es una evaluación de tres fuentes de materia orgánica y dos niveles de fertilización química en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. Cymosa) realizado en la aldea Joya Grande, municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

Las fuentes de materia orgánica evaluadas son: Gallinaza común y corriente (Procedencia 1), el abono orgánico de marca comercial Fertipest (Procedencia 2) y el abono orgánico de nombre comercial Biofert (Procedencia 3).

El nivel aplicado al suelo de materia orgánica fue de 350 kg/ha. Los niveles de fertilización química evaluados fueron: 25-00-00 y 25-25-00 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Los fertilizantes empleados fueron 16-20-0 y Urea al 46 %.

La combinación de las fuentes de materia orgánica y los niveles de fertilización química dió seis tratamientos y como contraste o patrones de comparación se agregaron: La recomendación del laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), la recomendación del agricultor (Como tratamiento testigo) y la recomendación del programa de prueba de tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

La fase de campo se desarrolló del mes de abril al mes de septiembre de 1989, estableciéndose para el efecto un experimento en bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. La semilla de brócoli utilizada fue el híbrido Green valiant.

La variable respuesta utilizada para el análisis estadístico fué el rendimiento promedio de cada tratamiento expresado en gramos por inflorescencia. Al efectuar el análisis estadístico no existió diferencia significativa en los tratamientos pero sí hubo una alta significancia entre bloques.

En el análisis económico se obtuvo índices de rentabilidad y tasas de retorno de capital variable distintas en todos los tratamientos; sobresaliendo el tratamiento en el cual se aplicó la recomendación del laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) con un índice de rentabilidad de 72 % y una tasa de retorno de capital variable de - 1.29; a éste tratamiento le siguió la recomendación del programa de prueba de tecnología, también del ICTA, con un índice de rentabilidad de 56.33 % y una tasa de retorno de capital variable de - 0.93; el peor tratamiento fué la recomendación de fertilización del agricultor con un índice de rentabilidad de 25.42 %.

Se concluyó que, a pesar de no existir diferencia significativa en los tratamientos, hay tratamientos en los cuales el rendimiento es mayor sin afectar la calidad del producto utilizando menor cantidad de fertilizante que la fertilización tradicional del agricultor.

Se recomienda para el cultivo del brócoli híbrido - Green valiant en la aldea Joya Grande aplicar 56 kg/ha de nitrógeno, 26 kg/ha de fósforo y 00 kg/ha de potasio; utilizando el 37 % de nitrógeno y el 100 % de fósforo ocho días después del trasplante y el restante 67 % de nitrógeno a los 30 días después del trasplante. Además se recomienda la incorporación de materia orgánica al suelo con fuentes cuya relación C/N sea menor de 15/1 tales como los abonos orgánicos a base de gallinaza.

I. INTRODUCCION

El brócoli (Brassica oleracea var. Cymosa) es una hortaliza con muy buen contenido de nutrientes, muy apetecida en el mercado exterior y por la estabilidad de sus precios es en la actualidad una buena alternativa para mejorar los ingresos de los agricultores del altiplano central de Guatemala.

Como alternativa en la diversificación de los cultivos presenta la ventaja de ser un cultivo de ciclo corto que permite al agricultor obtener dos cosechas al año. Su producción en gran parte se destina a la exportación lo cual representa una fuente de divisas para el país.

En la aldea Joya Grande, municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango, el brócoli es sembrado por más del 50 % de los agricultores, ocupa una extensión de 25.76 hectáreas de terreno, genera una producción de 4,025 quintales por ciclo de cultivo y un ingreso de 80,500.00 quetzales lo cual situa al brócoli como el principal cultivo en dicha comunidad.

Según el diagnóstico de dicho cultivo se determinó que los agricultores en dicha comunidad aplican en la fertilización cinco veces más de lo recomendado por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y dos veces más de lo recomendado por el programa de prueba de tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) lo cual indica un uso excesivo de fertilizantes.

te químico y un consecuente aumento en el costo de -
producción de dicho cultivo.

Con el fin de mejorar la tecnología en cuanto a
la fertilización del brócoli se refiere y evaluar el
efecto causado por la aplicación de tres fuentes de -
materia orgánica de composición principal a base de -
gallinaza y dos niveles de fertilización química se -
llevó a cabo el presente trabajo en la aldea Joya Grande
de, municipio de Zaragoza, departamento de Chimalte-
nango.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto causado por la aplicación de tres fuentes de materia orgánica de composición principal a base de gallinaza y dos niveles de fertilización química en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. Cymosa) en la aldea Joya Grande, --municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.
2. Mejorar la tecnología en cuanto a la fertilización del brócoli se refiere en la aldea Joya Grande, municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

III. HIPOTESIS

1. Ninguno de los tratamientos a evaluar mostrará diferencia significativa en cuanto a producción.

IV. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

1. CARACTERISTICAS BOTANICAS DE LA PLANTA.

El brócoli (Brassica oleracea var. Cymosa) - pertenece a la familia de las crucíferas del grupo de las coles. Produce brotes e inflorescencias en forma de cabezas aéreas de color verde azulado, su ciclo vegetativo fluctúa entre los 120 y 150 días, es de crecimiento erecto alcanzando alturas que oscilan entre 50 y 70 cm. La inflorescencia es finamente granulada y su diámetro oscila de 12 a 15 cm (2).

El producto comercial principal es la inflorescencia o brote de la primera cosecha, pudiéndose obtener una segunda cosecha de brotes laterales que se desarrollan después del corte de la cosecha principal lo cuales pueden medir de 2.5 hasta 7 cm de diámetro en su estado de madurez. La planta emite de 9 a 11 hojas grandes que contienen nutrientes para use en la alimentación del ganado (2).

Los sinónimos del brócoli son: Brécol, brécol, bróculi, colbrocol, brécolo de cabeza, brócoli espárrago, brécoli calabrés, albenga. En idioma francés: Chou -- brécoli, chou feur d'hiver. En alemán: Spangenkohl. En italiano: Cavolo brécoli y en portugués: Couvebrécolo (2).

2. GENERALIDADES DEL CULTIVO.

2.1. Variedades

Las variedades de brócoli se clasifican de acuerdo a su período vegetativo en precoces, intermedias y tardías. Los cultivares más conocidos son: De Cicco, Pacífica, Medium Late, Green Duke y Green Valiant, éstos últimos son los más cultivados en nuestro país (1).

2.2. Requerimiento climático.

El brócoli es una hortaliza de clima fresco o templado, se desarrolla a una temperatura óptima de 16 a 18° C., aunque tolera temperaturas entre 15 y 23° C, a temperaturas mayores de 24° C. la planta permanece vegetativamente latente sin florecer, continúa formando nuevo follaje o las inflorescencias se pigmentan de un color púrpura, por ésta razón el desarrollo de inflorescencias es deficiente en climas tropicales (1). Las alturas en que se adaptan oscilan entre 610 y 2744 m.s.n.m., no resiste heladas severas (1).

2.3. Epocas de siembra.

Se conocen dos épocas de siembra: - La primera que se efectúa en mayo y la segunda que se efectúa en agosto y septiembre (1).

2.4. Preparación del suelo.

Estos deben ser bien preparados, libres de malezas y terrones, lo que se logra con el paso de arado y rastra o un picaeo manual del suelo a una profundidad de 20 cm. Requiere suelos con pH 5.5 a 6.5, - bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y buena retención de humedad (1).

2.5. Distancias de siembra.

El más usado en nuestro medio utiliza las distancias de 0.45 m x 0.45 m, lo cual da una densidad de 49382 plantas por hectarea (1).

2.6. Requerimientos de fertilización.

Las plantas hortícolas para un buen desarrollo deber de disponer de no menos de doce elementos nutritivos que las raíces puedan obtener del suelo ya sea porque se encuentran presentes o se hayan incorpora

do mediante la aportación de fertilizantes químicos o abonos orgánicos. Hay que tomar en cuenta que en la -- producción de hortalizas el suelo se dedica a un cultivo intensivo, por tanto, debe dársele especial atención a las probables deficiencias que el suelo pueda tener -- de los principales elementos nutritivos (11).

El objeto del horticultor es obtener un desarrollo rápido, vigoroso y por ende un producto de competencia en el mercado, para lo cual los suelos destinados al -- cultivo de hortalizas deben ser fértiles, ricos en materia orgánica, cuando ésto no se logre, debe adicionarse fertilizante en cantidades adecuadas y en el momento -- oportuno. Generalmente se necesitan fertilizantes que contengan nitrógeno, fósforo y potasio y la aplicación de abonos orgánicos. Los niveles críticos del brócoli son: De fósforo: 7 ppm, de potasio 60 ppm. Para una -- producción de 190 qq de brócoli/ha, el cultivo extrae -- del suelo las siguientes cantidades de nutrientes: 56 kg/ha de Nitrógeno, 26 kgs/ha de fósforo y 140 kgs/ha -- de potasio (15).

De los elementos menores el más importante es el -- boro y el magnesio que pueden estar deficientes en el -- suelo (2). La relación calcio: magnesio aceptable es de 6.75: 1 (15).

Las recomendaciones que hace Burgos S. (1) para el cultivo del brócoli son:

Primera aplicación: 12 qq/ha de 15-15-15 a los 10 días después del trasplante y a 5 cm del pie de la planta.

Segunda aplicación: 2.5 a 3.5 qq/ha de Urea a los 30 días después del trasplante y a 5 cm del pie de la planta.

Por ser las crucíferas bastante exigentes en boro se recomienda investigar la aplicación del mismo para evitar pérdidas por efecto de tallo hueco de las coles (1).

2.7. Principales plagas, enfermedades y su control.

Las principales plagas del suelo son:

Gallina ciega (Phyllophaga sp), el gusano nochero (Prodenia sp.), el gusano alambre (Agrotis sp.) y el Trichoplusia ni. Para el control de éstas plagas se recomienda aplicar Furadán 5 g., 50 lb/ha o bien Volatón 2.5 %, 120 lb/ha (1).

Las principales plagas del follaje son: El gusano de la col (Pieris sp.) y Plutella xylostella. Para el control de éstas plagas se pueden utilizar productos de baja toxicidad tales como Sevín, Dipel o Decis (1).

Las principales enfermedades son: En el semillero el Damping off y en el campo la mancha foliar (Alternaria sp.). Para el control de éstas se pueden utilizar fungicidas como Dithane M-45 o Antracol en las dosis -- recomendadas en las etiquetas de dichos productos (1).

2.8. Cosecha.

El brócoli debe cosecharse cuando la in florescencia haya alcanzado su óptimo desarrollo, lo -- cual sucede a los 75-90 días después del trasplante. -- Las cabezas, cuando alcanzan pleno desarrollo, miden en tre 12 y 15 cm de diámetro y son compactas, de granulación fina y un color verde intenso (1).

Para la cosecha se corta el tallo a 15 cm o como -- exija el centro de acopio. Para el mercado local se -- cortan a 20 cm, después del corte hay que mantener el -- producto a la sombra y transportarlo en cajas o canastas a los centros de acopio en el menor tiempo posible para mantener la calidad del producto cosechado (1).

2.9. Rendimientos.

Los rendimientos fluctúan de 120 a 190 quintales por hectárea, según la variedad y el distanciamiento de siembra (1).

3. MERCADO.

La importancia económica del brócoli (Brassica oleracea var. Cymosa) se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica, El Salvador, Nicaragua y otros por su rico valor nutritivo y también por su sabor.

El brócoli es un vegetal importante entre los alimentos congelados que supera a la coliflor y otros de su familia (15). Durante la última década, los cultivos tradicionales han sido desplazados por las hortalizas, principalmente aquellas con demanda en el extranjero, tanto en fresco como congelado. Las exportaciones vienen sucediendo cada vez en mayor escala originado por el incremento de necesidades alimentarias.

El cuadro 1 muestra como ha venido incrementándose la producción de brócoli de 1978 a 1988.

CUADRO 1
EXPORTACIONES DE BROCOLI, PERIODO 1978-1988

AÑOS	PRODUCCION	INGRESO EN QUETZALES.
1978	326.35 ton. métricas	Q 265,724.13
1979	679.18 ton. métricas	Q 567,356.50
1980	1,674.68 ton. métricas	Q 1,755,418.28
1981	430.44 ton. métricas	Q 402,908.00
1982	1,174.73 ton. métricas	Q 1,082,862.00
1983	1,421.11 ton. métricas	Q 1,166,347.40
1984	1,552.03 ton. métricas	Q 1,297,252.00
1985	2,555.74 ton. métricas	Q 1,242,091.08
1986	5,974.13 ton. métricas	Q 2,598,076.30
1987	13,657.08 ton. métricas	Q 7,988,142.40
1988	14,119.22 ton. métricas	Q 8,269,187.15

Fuente: Departamento de Cuarentena vegetal de la Dirección de Sanidad Vegetal, DIGESA, Guatemala, 1988.

4. IMPORTANCIA NUTRITIVA DEL BROCOLI.

De acuerdo al contenido nutritivo del brócoli, se puede saber la importancia que tiene para la dieta alimenticia humana.

El cuadro 2 resume los principales elementos nutritivos del brócoli.

CUADRO 2
VALOR DEL CONTENIDO NUTRITIVO DE 100 gr. DE
BROCOLI.

HUMEDAD %	CALO- APROX.	Prot. gr.	GRASA gr.	CARBO			VITAMINAS			
				HIDRA. gr.	Ca mg	P %	Fe. ppm	A UI	B mg	C mg
80	29	3	0	6	130	76	1	3500	0.1	118

Fuente: Tabla de composición de alimentos (U.N.A.),
La Molina, Perú, 1978 (22).

El brócoli es una hortaliza que fué muy poco conocida en los Estados Unidos hasta que se popularizó mediante el congelamiento rápido. Ahora esta planta es un vegetal importante entre los alimentos congelados. Tiene un alto contenido de vitamina C, así como otras vitaminas y minerales. En zonas tropicales el cultivo tiene particular importancia, por cuanto la dieta alimenticia es baja en hortalizas verdes o en las que se consumen para aprovechamiento de sus hojas (22).

5. ASPECTOS SOBRE LA MATERIA ORGANICA EN EL SUELO.

Fasbender (5), describe la importancia de la materia orgánica y su influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo. Dentro de los efectos benéficos que menciona, están:

- a. La materia orgánica influye en el color del suelo, cambiándolos a colores pardos o negruscos.
- b. Reduce la plasticidad y cohesión, favoreciendo la formación de agregados.
- c. Incrementa la capacidad de intercambio catiónica.
- d. Contribuye a la capacidad de retención de agua.
- e. Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, favoreciéndolos a través de los procesos de mineralización.
- f. Coadyuva a la regulación del pH.
- h. Favorece la producción de sistemas inhibidores y activadores del crecimiento, importantes para la vida microbiana del suelo.

Los efectos benéficos de la materia orgánica están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes químicos en hasta cuatro años sucesivos a la aplicación (5).

Una conclusión del trabajo de tesis de Monterroso García, R. (14) sobre el efecto de seis combinaciones de abonos orgánicos y químicos en la producción de coliflor asegura que el uso de la gallinaza en el cultivo presenté mayor rendimiento, mayor rentabilidad y mayor cantidad de plantas de mejor desarrollo y más precoz en el ciclo de producción que otros tratamientos.

En terrenos poco fértiles o donde anualmente se practican cultivos hortícolas es indispensable el empleo de abonos (20), la cantidad comunmente empleada es: De estiercol de 20,000 a 30,000 kg/ha.

Otro investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala, 1975 (15) señala y recomienda la aplicación de gallinaza en niveles de 800, 1600 y 2400 kg/ha. El efecto de la gallinaza es significativo con el tratamiento de 20 kg/ha de NO_3 y la dosis mínima que recomienda es de 800 kg/ha de gallinaza en el cultivo de hortalizas.

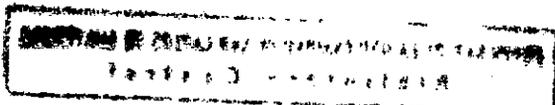
González Ramírez, I.S. (7) asegura que en condiciones naturales de Bárcena, los efectos de la interacción gallinaza-estiercol vacuno-nitrógeno en el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum) es significativo sobre el rendimiento de peso de frutos por parcela neta, expresada en toneladas por hectarea. El mayor rendimiento de ésta interacción se obtiene cuando se aplican 7 - ton. por hectarea de gallinaza, 10 ton./ha de estiercol vacuno y 120 kg/ha de nitrógeno.

León Garre, A. (13) menciona las siguientes desventajas con el uso de abonos orgánicos, como sigue:

- a. El abono orgánico no asegura la restitución total de los elementos del suelo, extraídos por la planta.
- b. El abono orgánico es de eliminación lenta porque la mayoría de nutrientes sufren transformaciones para ser removidos por las plantas.
- c. La variabilidad de la composición del abono orgánico imposibilita al agricultor conocer la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio que debe agregar al suelo.
- d. El abono orgánico puede ser fuente de contaminación de plagas y enfermedades al suelo.

6. ASPECTOS SOBRE LA FERTILIZACION QUIMICA.

Algunos horticultores consideran que aplicando al suelo fertilizante químico, se satisfacen los requerimientos más importantes para obtener altos rendimientos en los cultivos porque representan un medio inmediato de restituir al suelo los elementos nutritivos que le fueron extraídos por el cultivo. Otros horticultores aseguran que la aplicación al suelo de sustancias químicas es perjudicial; éstos horticultores se basan en la fertilización orgánica como el uso de estiercol vacuno, gallinaza, residuos de cosechas y abonos verdes (20).



Según Teuscher y Adler (20), en terrenos poco fértiles o donde anualmente se practican cultivos hortícolas se deben utilizar por hectárea las siguientes cantidades de fertilizantes químicos: Sulfato de amonio 300 kg/ha; Superfosfato 200 a 300 kg/ha, Sulfato de potasa; 300 kg/ha y elementos menores principalmente boro y magnesio.

Según Worthen y Aldrich, citados por Casseres, E. (2) consideran que los fertilizantes químicos son perjudiciales para el suelo, por lo que el uso adecuado de productos orgánicos naturales puede incrementar los rendimientos, el valor nutritivo y la resistencia de las plantas a los insectos y enfermedades.

De acuerdo a Fassbender (5) no debe confundirse el concepto de cantidad y relación de nutrimentos requeridos por la planta para su crecimiento óptimo, con el de cantidad por aplicarse a un suelo como fertilizante para que pueda cubrir las necesidades de la planta.

Con respecto a ello, Palencia (15) señala que -- mientras el primer concepto está ligado más directamente al patrón genético de la planta, el segundo lo está más a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. El primer autor dice que los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por las plantas para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo, si no considerando además la dinámica en el suelo de los elementos que habrán de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurren por efecto de lixiviación, volatilización y fijación (5).

Un elemento se considera esencial, si a causa de una deficiencia del mismo, la planta no puede completar su ciclo normal de vida; esa deficiencia es específica

del elemento que se trata y solo puede evitarse o corregirse mediante el suministro de ese elemento; por su parte el elemento determina de manera directa la nutrición de la planta, independientemente de los efectos posibles en la corrección de algún estado microbiano o químico desfavorable del suelo u otro medio de cultivo (20).

Cooke (3), recomienda que para lograr el uso más eficiente del fertilizante, se debe escoger la cantidad óptima de su aplicación en el lugar preciso y en el momento oportuno, indicando que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizante para un cultivo se basa en los experimentos de campo donde se prueban diferentes cantidades de fertilizante y midiendo los resultados que éstos dan, se pueden hacer las debidas recomendaciones. Aunque los análisis de suelo y foliares tambien son muy usuales para dar recomendaciones.

7. FUNCION DEL NITROGENO COMO NUTRIENTE VEGETAL.

En un amplio sentido de la palabra, entendemos como nutrientes vegetales, todos aquellos minerales que son requeridos por la planta para su crecimiento y formación de sustancias orgánicas. Jacobo & Uexkull (12), conforme a ésta definición, llama nutrimento vegetal a toda aquella sustancia que despues de ser asimilada por la planta, fomenta su desarrollo en cualquiera de sus fases de crecimiento, desde la germinación hasta la completa madurez, mejorando por lo consiguiente el rendimiento de la planta.

Por ser el nitrógeno elemental el principal constituyente del aire (Un 79 % en volumen) cabría esperar en correspondencia una abundancia de compuestos nitrógenados en la superficie de la tierra, pero esto no es así. Es evidente que el nitrógeno del suelo (Uno -

de los más importantes nutrimentos para la planta) ocupa una posición singular muy diferente a la del fósforo o del potasio, que siempre existen en el suelo en forma mineralizada (12, 19).

Por la serie de funciones en que toma parte este elemento, su deficiencia ejerce un marcado efecto en los rendimientos de la planta. Así, la falta de clorofila derivada de la deficiencia de nitrógeno causa la inhibición de la capacidad de asimilación y formación de carbohidratos (12).

El nitrógeno es constituyente del plasma funcional y de gran número de compuestos de importancia fisiológica en el metabolismo vegetal, tales como la clorofila, enzimas, proteínas, nucleótidos, alcaloides, hormonas y algunas vitaminas (12, 19).

La deficiencia de nitrógeno causa trastornos en la planta, el sobreabastecimiento del mismo produce efectos contrarios a su desarrollo normal, ello genera plantas más susceptibles a las inclemencias climáticas y las enfermedades foliares son más frecuentes (12, 19).

Las plantas absorben nitrógeno como iones, bien de amonio o bien de nitratos. Los iones de amonio pueden retenerse en forma intercambiable y obtenible en las superficies de los cristales de arcilla y del humus, pero las bacterias cambian pronto el amonio en nitratos que son fáciles de lixiviar. No existe un buen almacén para las formas obtenibles de nitrógeno. El único almacén de cualquier tipo para el nitrógeno es la materia orgánica del suelo (12, 19).

La razón carbono-nitrógeno y la descomposición de los residuos orgánicos.

Los microbios del suelo son agentes primarios de la descomposición de la materia orgánica y tienen ciertas exigencias dietéticas. Desde el punto de

vista práctico uno de los factores de más interés en la descomposición de la materia orgánica es la relación que haya entre las cantidades de carbono y nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno de la materia en descomposición es bajo, surge un problema debido a que los microbios pueden quedar privados de nitrógeno y competir con las plantas superiores por las existencias que haya del mismo en el suelo. Como el contenido de carbono de los materiales orgánicos es relativamente constante, entre el 40 y 50 % y el nitrógeno varía en muchos tantos, la razón o proporción de carbono-nitrógeno es una forma conveniente para expresar el contenido relativo de nitrógeno. En consecuencia, la razón carbono-nitrógeno es una forma conveniente para expresar el contenido relativo de nitrógeno. En consecuencia, la razón carbono-nitrógeno de los materiales orgánicos es un indicador de las posibilidades de que ocurra una escasez de nitrógeno y de que haya competencia entre los microbios y las plantas superiores por el nitrógeno disponible en el suelo. (6).

Los materiales que tienen proporciones pequeñas o relativamente estrechas son ricos en nitrógeno, mientras que aquellos con proporciones mayores o más amplias son más bien pobres en nitrógeno (6).

Los residuos de plantas maduras que aportan materia prima para la descomposición microbiana contienen alrededor de 50 % de carbono y 1 % de nitrógeno (C/N = 50). Los carbonohidratos se descomponen con rapidez y de ello resulta un gran incremento en la actividad microbiana. Durante la descomposición ocurren en forma simultánea la mineralización y la inmovilización de los nutrientes. En éste proceso, es de especial importancia conocer si la inmovilización del nitrógeno excede a la mineralización. De ser así, los microorganismos competirán con las plantas superiores por el nitrógeno disponible, incluso el que está siendo mineralizado en la descomposi-

ción del humus y con ello se reducirá el crecimiento de las plantas superiores. Algunos ejemplos de la relación C/N son: Humus del suelo 10/1, estiércol de granja podrido 20/1, bagazo de caña 50/1, rastrojo de maíz 60/1, paja 80/1 y aserrín 400/1. Estos datos fueron tomados de varias fuentes. Los valores solo son aproximados y en cada material en particular la proporción puede variar considerablemente de los valores señalados (6).

El factor de nitrógeno es un término cómodo para expresar el grado en que un material es deficiente en nitrógeno para su descomposición. Ese factor se define como el número de unidades de nitrógeno inorgánico que deben proporcionarse a 100 unidades de material orgánico a fin de impedir la inmovilización neta del nitrógeno del medio. Por ejemplo, a la paja le corresponde aproximadamente un factor de 0.9, esto quiere decir que la adición al suelo de 0.9 kg de nitrógeno al incorporar 100 kg de paja debe evitar la inmovilización del nitrógeno del medio edáfico y evitar la competencia por el mismo entre el cultivo y los microbios. En el caso que las proporciones carbono-nitrógeno sean mayores a 30/1, la inmovilización excede a la mineralización del nitrógeno. En el rango de 15 a 30/1, la inmovilización y la mineralización son casi iguales y cuando en el material en descomposición la proporción C/N es menor de 15 la mineralización excede a la inmovilización, como el caso del humus del suelo (6).

Para evitar la competencia por el nitrógeno entre los microbios y las plantas superiores en el caso de la paja y residuos similares una práctica apropiada es quemar el material en vez de enterrarlo, aunque esto priva al terreno de una fuente de materia orgánica (6).

Una práctica donde se haga la quema de materiales residuales de cosecha, como se mencionó anteriormente - priva al suelo de la fuente de materia orgánica y el --

contenido de la materia orgánica del suelo será menor que en aquel en donde se retorne periódicamente. Segundo, si se va a sembrar de inmediato después de enterrar materiales de una proporción C/N amplia, se puede agregar un fertilizante nitrogenado. Ese nitrógeno puede usarse a principios de año para la descomposición de los residuos de la cosecha anterior y un mes o poco después, una vez se ha completado la descomposición de residuos, el nitrógeno puede ser usado por el cultivo (6).

Muchas ciudades disponen de residuos de materia orgánica en proporciones C/N amplias, tales como hojas de árboles, recortes de pasto u otros desperdicios vegetales del jardín. La proporción C/N de esos materiales puede reducirse preparando compost. La preparación de compost consiste en reunir los materiales orgánicos en una pila, manteniendo en ella proporciones favorables de temperatura, humedad y aereación. A medida que se descompone la materia orgánica, gran parte del carbono, hidrógeno y oxígeno son liberados como bióxido de carbono y agua. Los nutrientes, como el nitrógeno son vueltos a usar por los microbios y se conservan. Así, aunque hay una pérdida de carbono, la cantidad de nitrógeno permanece constante (Casi), con lo cual se tiene un estrechamiento de la proporción C/N. También hay un enriquecimiento general en todos los nutrientes de las plantas. El material podrido se incorpora al suelo con facilidad o puede ser usado como un mantillo de materia orgánica (6).

El bajo contenido de nitrógeno de los materiales que se apilan para hacer compost puede retardar mucho la tasa de descomposición y por esa razón la mayoría de quienes lo preparan añaden algo de fertilizante nitrogenado (6).

8. FUNCION DEL FOSFORO COMO NUTRIENTE VEGETAL.

El fósforo elemental no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque su elevada facilidad de oxi-

dación no lo permite. Los compuestos de fósforo son muy comunes, por ejemplo, los fosfatos, que se encuentran en numerosos minerales. El fósforo elemental se menciona como un elemento cuyo papel más importante es el de ser un energético del metabolismo de las plantas, encargado de la transferencia de la energía en los diferentes procesos. Se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición, tanto vegetal como animal. Promueve el crecimiento del sistema radicular, teniendo importantes repercusiones sobre el comportamiento del desarrollo genético de la planta. Es parte constituyente de enzimas y de otros compuestos. Su deficiencia se observa en toda la planta afectando gran parte del desarrollo de frutos y semillas (12).

Es sabido que en la determinación de los rendimientos, el fósforo tiene efectos diferentes a los del nitrógeno, su acción sobre la productividad del grano es más marcada que sobre el peso de los órganos vegetativos (19).

En los suelos muy ácidos, la disponibilidad de fósforo es baja debido a la formación de fosfatos de hierro y de aluminio, de los cuales el fósforo es obtenible con mucha lentitud. En los suelos calcáreos, se forma con rapidez fosfato tricálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), con lo cual se reduce la disponibilidad de fósforo (fosfato) del suelo (20).

9. MINERALES AMORFOS, GRUPO DE LA ALOFANA.

La alófana representa a un grupo de minerales arcillosos amorfos en los cuales los tetraedros de sílice y los octaédros de alúmina se disponen irregularmente y en ocasiones mezclados con otros tetraedros como de fosfatos. Este grupo se forma con frecuencia durante la meteorización de cenizas volcánicas o sea en suelos andosólicos. Contienen Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ y H_2O en proporciones variables. La relación SiO_2 : Al_2O_3 varía entre

0.5 y 1.2 pero puede ascender hasta 2.42. Si bien se le considera amorfa por no tener orden dentro de la distribución de octaedros y tetraedros, éstas unidades mantienen la estructura atómica establecida presentada anteriormente. De este carácter amorfo resulta que la alófana es un compuesto poroso de gran superficie y con gran cantidad de intraagregaciones de óxidos de Fe, Mn. Por sus características, la alófana ocupa una posición intermedia entre los minerales arcillosos y los óxidos del suelo. Su estructura porosa facilita el lavado de los suelos, que al ser intensivo, causa una gran pobreza en los mismos. Su capacidad de cambio es menos que 100 meq/100 g de arcilla y tiene un alto poder de fijación de fosfatos. Su descomposición lleva a la formación de caolinita, de haloisita y de gibbsita. La imogolita es un mineral derivado de la alófana que se cristaliza en forma de lancetas muy finas y que se ha encontrado en suelos derivados de cenizas volcánicas (5).

10. ANTECEDENTES DE INVESTIGACION EN EL CULTIVO DEL BROCOLI.

Técnicos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en sus investigaciones socio-económicas han encontrado algunas desestimaciones en el agro nacional que no estimulan el cultivo del brócoli. Algunos de éstos problemas son (1) :

- a. Utilización inadecuada de prácticas culturales (Fertilización y control de malezas).
- b. Uso desmedido de plaguicidas con alto poder residual para el control de insectos y enfermedades.
- c. Baja tecnificación del agricultor para obtener altos rendimientos.
- d. Desconocimiento del agricultor de normas de calidad.
- e. Centros de acopio lejanos para el procesamiento in-

dustrial y desconocimiento de normas de calidad en el empaque.

En la localidad de Tres Cruces, Santiago Sacatepequez, técnicos del ICTA evaluaron niveles de NPK y densidades de población para el híbrido Green Valiant y -- llegaron a concluir lo siguiente (9) :

- a. El híbrido Green Valiant no responde positivamente a la fertilización y densidades de población altas cuando las condiciones de fertilidad natural del -- suelo son pobres.
- b. La tecnología que utiliza el agricultor (103.35 kg/ha de NPK más 73.18 kg/ha de nitrógeno adicional y 62,500 plantas por hectarea) fué dominada por el nivel : 60.81 kg/ha de NPK y 57,444 plantas/ha, la cual tie ne mayor tasa marginal de retorno de capital (3.03 %). con respecto a uno de los testigos que utiliza el ICTA (81.08 kg/ha de NPK más 73.18 kg/ha de nitróge no adicional y 44,444 plantas/ha), obteniendo una media de rendimiento de 10.05 TM/ha de calidad expor table, la cual puede ser utilizada por agricultores con capital ilimitado.
- c. Se encontró alta significancia entre niveles de NPK, no así en densidades.

Para esta localidad recomiendan utilizar 60.81 kg/ha de NPK y 44,444 plantas/ha para agricultores con capital limitado.

En otra investigación realizada por el ICTA en 1986, se evaluaron niveles de fórmulas de fertilización química y materia orgánica en el híbrido Green Valiant, realizado en la aldea los Encuentros (Colindante con la aldea Pixabaj del municipio de Sololá), llegándose a concluir lo siguiente (9) :

- a. La dosis óptima económica para capital limitado es de 74.32 kg/ha de nitrógeno en la primera fertilización más 41.44 kg/ha de nitrógeno adicional en la segunda fertilización, reportando un rendimiento de 7.13 TM/ha.
- b. La incorporación de materia orgánica previo al trasplante, incrementó el rendimiento.

V. MATERIALES Y METODOS

1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA.

1.1. Localización del experimento.

El terreno donde se estableció el experimento se localiza en la zona norte de la aldea Joya Grande más conocida como Jumes. La aldea Joya Grande se ubica geográficamente en las siguientes coordenadas: $14^{\circ} 40'$ latitud norte y $90^{\circ} 55'$ longitud oeste. Pertenecen al municipio de Zaragoza, en el departamento de Chimaltenango. (Ver anexos 1 y 2, pag. 51 y 52).

1.2. Condiciones climáticas.

La altura a que se encuentra el experimento es de 2050 m.s.n.m., la precipitación promedio anual es de 887 mm y la temperatura promedio anual es de 16.25° C. La temperatura máxima absoluta fué de 29° C y se registró en el mes de abril y la mínima absoluta fué de -2.2° C y se registró en el mes de enero del año pasado (1988) (10). La humedad relativa media anual es de 76 % y la misma varía desde el 100 % en época lluviosa hasta un 30 % en época seca (10).

1.3. Climadiagrama.

La figura que se presenta en la pagina siguiente muestra el climadiagrama correspondiente a la región de la aldea Joya Grande, elaborado en base a los datos tomados de la estación meteorológica de Santa Cruz Balanyá. La escala de la izquierda corresponde a la temperatura y los valores corresponden a grados centígrados mientras que la escala de la derecha corresponde a la precipitación y los valores corresponden a milímetros de precipitación. La fuente de donde se obtuvo corresponde al Diagnóstico General de la aldea Joya Grande, elaborado en 1987 y consultado en la oficina de DIGESA, en Zaragoza, Chimaltenango.

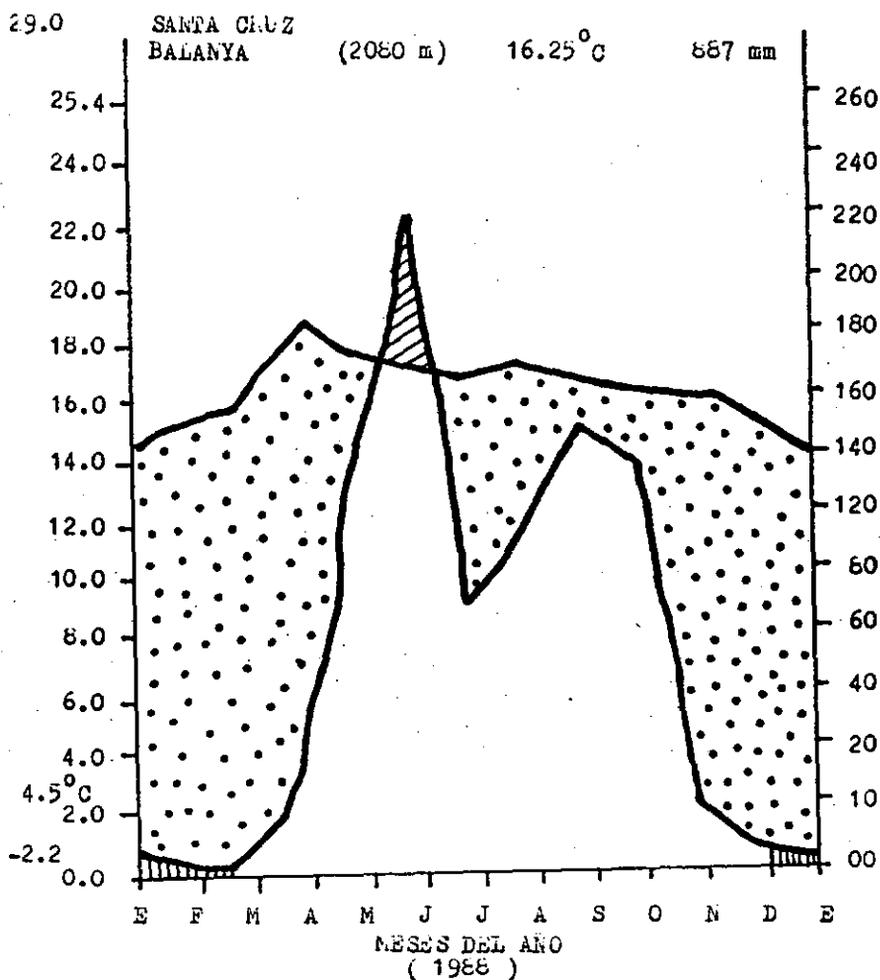
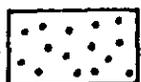


Figura 1.

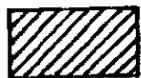
CLIMADIAGRAMA



Período con riesgo de heladas



Período de relativa sequía



período de relativa humedad

1.4. Condiciones edáficas.

El suelo corresponde al grupo de suelos de la altiplanicie central de Guatemala, los cuales son profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica y de color claro. Específicamente corresponden a la serie de suelos Cauqué, según el mapa de suelos elaborado por Simons, Tárano y Pinto (18).

La serie de suelos Cauqué se caracteriza por poseer material madre constituido por ceniza volcánica pomacea de color claro y con relieve fuertemente ondulado. Las inclinaciones varían de 10 a 15 % de pendiente, poseen un buen drenaje interno, el suelo superficial es de color café muy oscuro, textura franca, consistencia friable, espesor aproximado de 20 a 40 cm; sub-suelo de color café amarillento oscuro, consistencia friable, textura franco arcillosa y espesor aproximado de 60 a 75 cm (18).

El cuadro 3 presenta los resultados obtenidos del análisis de la muestra de suelos efectuado por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología -- Agrícolas (ICTA), así como otras características del terreno efectuadas a nivel de campo.

CUADRO 3

RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO

PROFUNDI DAD DE MUESTRO	PENDIEN TE EN %	PH	MICROGRAMOS/ML.		Meq/100 ml de SUELO	
			P	K	Ca.	Mg.
0-20 cm	26 %	6.7	8.33	318	7.23	1.38

La recomendación emitida fué: Emplear 2.5 qq/mz de 16-20-0 al momento del trasplante, situándolo 5 cm a un lado y 5 cm abajo de la planta, nunca en contacto con ella. Y 1 qq/mz de Urea (46-0-0) 25 días después del trasplante, sobre la superficie del suelo y a un lado de la planta (Ver anexo 7, pag 58).

2. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.

2.1. Semilla:

El material que se utilizó como semilla fué el híbrido Green Valiant, cuyo ciclo de producción es de 108 días tomado desde la siembra hasta la cosecha. La coloración es verde claro, granulación fina, su grado de compactación está clasificado como compacta, inflorescencias muy pequeñas, forma redonda, cabeza de hasta 20 cm de diámetro, buena tolerancia a enfermedades y buenos vástagos laterales.

2.2. Fuentes de Materia orgánica.

a. Procedencia 1: Gallinaza.

La gallinaza es un abono orgánico producto del excremento de las aves de corral (8). Tiene un -- contenido de aproximadamente 2 a 4 % de nitrógeno, 2 a 3 % de fósforo y de 1 a 2 % de potasio, (Para el caso del experimento se consideró de fórmula 2-2-2)^(1), aparte de elementos menores como calcio, magnesio, cobre y azufre que contiene en pequeñas cantidades pero que son muy útiles para las plantas. Su contenido de materia orgánica alcanza hasta el 80 % (Cantidad que se utilizó para el experimento)^(1). La composición varía con el tipo de alimentación, clase de cama utilizada y cuidados que se tengan en el almacenamiento (8).

Con el objeto de retener los compuestos nitrogenados muchas veces se mezcla con superfosfato o bien con cal apagada, pero para éste experimento se utilizó pura.

La gallinaza no se aplica directamente porque los - compuestos amoniacales que contiene pueden quemar a las plantas, sino que se deja descomponer por cierto tiempo antes de aplicarse al suelo. La cantidad de gallinaza que se utiliza va de 7.5 a 25 ton/ha, dependiendo del suelo que se va a abonar y del cultivo que se trate, para -

el experimento se aplicó un nivel de materia orgánica de 350 kg/ha.

b. Procedencia 2: Fertipest.

Es un abono orgánico cuya composición principal es la gallinaza la cual es sometida a un proceso de deshidratación. La fórmula comercial de este producto es 2-2-2, esto quiere decir que cada quintal de producto aporta al suelo 2 libras de nitrógeno, 2 libras de fósforo y 2 libras de potasio. Tiene un contenido de materia orgánica de hasta el 80 %.(2)

c. Procedencia 3: Biofert.

Nombre comercial del abono orgánico cuya composición principal es la gallinaza, formalada para que aporte al suelo bacterias enriquecedoras de la flora microbiana del mismo.

El aporte de nutrientes del Biofert es de 2 libras de nitrógeno, 2 libras de fósforo y 2 libras de potasio (fórmula 2-2-2) por cada quintal del mismo, así como trazas de elementos menores propios de la gallinaza, tales como Calcio, Magnesio, Cobre y Azufre. (3)

2.3. Fertilización química.

Como fuente de nitrógeno se utilizó Urea al 46 % y como fuente de nitrógeno y fósforo se utilizó 16-20-0.

-
- (1) Fuente de información: Disciplina de suelos ICTA, Chimaltenango y el folleto elaborado por DIGESA (8).
 - (2) Fuente de información: FERTIPEST. Oficinas centrales 6a. calle 2-37 Zona 9. Bodega y Sala de ventas: Calzada Aguilar Batres 42-50 Zona 11. Tels. 762064 y 7.
 - (3) Fuente de información: Agencias Agrícolas. 10 av. 34-01 Zona 11. Tels. 76 2734 y 762889.

3. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.

En el experimento se evaluaron 9 tratamientos. La selección de los tratamientos del 1 al 6 se hizo tomando en cuenta los resultados de una investigación realizada por la Disciplina de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Chimaltenango, en la cual utilizando una matriz experimental Plan Puebla I determinaron que el nivel más apropiado de materia orgánica es de 350 kg/ha en interacción con los niveles de fertilización química de 25 kg/ha de nitrógeno y 25 kg/ha de nitrógeno (N) más 25 kg/ha de fósforo (P) (9). El material utilizado como fuente de materia orgánica fue el abono orgánico de marca comercial Fertipest (9).

El tratamiento 7 es la recomendación del laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) quienes analizaron una muestra de suelos enviada del lugar en donde se estableció el experimento. Los resultados del mismo están descritos en el Cuadro 3 y en anexo 7, pag. 58).

El tratamiento 8 constituye el tratamiento testigo y es la fertilización tradicional del agricultor (12.5 qq/mz de 16-20-0 = 811.7 kg/ha de 16-20-0 y 6.25 qq/mz de Urea = 405.8 kg/ha de Urea.

El tratamiento 9 es la recomendación del Programa de Prueba de Tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) específicamente para crucíferas.

En el Cuadro 4 que aparece en la pagina siguiente se presenta un resumen de los tratamientos.

CUADRO 4
TRATAMIENTOS

No.	Nivel de M.O. en kg/ha	Fuente de M.O.	Nivel de fertiliza- ción química. Kg/ha		
			N	P	K
1	350	Procedencia 1	25	00	00
2	350	Procedencia 1	25	25	00
3	350	Procedencia 2	25	00	00
4	350	Procedencia 2	25	25	00
5	350	Procedencia 3	25	00	00
6	350	Procedencia 3	25	25	00
7	---	-----	56	26	00
8	---	-----	317	163	00
9	---	-----	112	52	00

4. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fué en bloques al azar. No. de tratamientos 9 y número de repeticiones 3. El tamaño de la unidad experimental fué de 9 m², 1.8 m x 5 m de parcela bruta y 3.6 m², 4.05 m x 0.9 m, de parcela neta. El número de plantas por parcela bruta fué de 60 y el número de plantas por parcela neta fué de 30. Entre bloques se dejó un espacio de calle de 1 m y el distancia miento entre surcos y plantas fué de 0.45 x 0.45 m (Ver anexo 3, pag 53).

4.1. Modelo estadístico para bloques al azar utilizado para el análisis estadístico.

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} ; \text{ en donde:}$$

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental de la ij -ésima unidad experimental.

4.2. Modelo estadístico para un experimento factorial en bloques al azar (Utilizado para el análisis estadístico).

$$Y_{jkl} = M + B_j + A_k + B_l + AB_{kl} + E_{jkl}.$$

En donde:

Y_{jkl} = Variable respuesta asociada a la jkl-ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque.

A_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor A.

B_l = Efecto del l-ésimo nivel del factor B.

AB_{kl} = Interacción del k-ésimo nivel del factor A con el l-ésimo nivel del factor B.

E_{jkl} = Error experimental asociado a la jkl-ésima unidad experimental.

Factor A = Fuentes de materia orgánica

Factor B = Niveles de fertilización química.

5. ANALISIS DEL EXPERIMENTO.

5.1. Análisis estadístico.

Se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) del experimento como un bloques al azar utilizando los resultados de los 9 tratamientos. Posteriormente se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) del experimento como un - factorial en bloques al azar utilizando unicamente los resultados de los primeros 6 tratamientos.

Para el análisis estadístico la variable respuesta - utilizada fueron los rendimientos promedio de cada tratamiento en base al peso en gramos de una inflorescencia.

5.2. Análisis económico.

El análisis económico se efectuó de la siguiente manera:

a. Se determinó el costo de producción para una hectarea de terreno cultivada con brócoli, solo que sin -

considerar el rubro del costo de insumos por fertilización. (Ver anexo 5, pag. 55).

b. Se determinó el costo de fertilización de los tratamientos (Ver anexo 6, pag. 57).

c. Se determinó el costo total de producción de los tratamientos sumando el costo de producción sin fertilización más el costo de fertilización de cada tratamiento (Cuadro 8).

d. Se determinó los ingresos brutos de los tratamientos, determinando el rendimiento en kg de cada tratamiento y multiplicando esos valores por el precio del kg de brócoli para exportación.

Rendimiento en kg de cada tratamiento: No. de plantas por hectarea x peso promedio de inflorescencia por planta de cada tratamiento en gramos.

Ingreso bruto = Rendimiento en kg de cada tratamiento x precio del kg de brócoli para exportación.

e. Se determinó el ingreso neto de los tratamientos restando al ingreso bruto el costo total de producción.

f. Se determinó los índices de rentabilidad de los tratamientos de la siguiente manera (Cuadro 8)

I.R. = Índice de rentabilidad

I.N. = Ingreso neto.

C.T. = Costo total.

I.R. = (I.N./C.T.) x 100

g. Se determinaron las tasas de retorno de capital variable para los tratamientos de la siguiente manera.

T.R.C.V. = Tasa de retorno de capital variable (Cuadro 9)

C.V. = Capital variable.

I.N. = Ingreso neto.

T.R.C.V. = Incremento de I.N. / Incremento de C.V.

Los incrementos se calcularon a partir de los valores de I.N. y Capital variable (fertilización) del tratamiento 8 (tratamiento testigo).

6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

6.1. Semillero.

Se prepararon 3 m² de semillero. La desinfección se efectuó con agua caliente. La cantidad de semilla utilizada fué 1/2 onza de semilla de brócoli variedad Green Valiant la cual se depositó en surcos distanciados a 10 cm. Las semillas quedaron distribuidas a 1/2 cm una de la otra. El porcentaje de germinación fué de 98 %.

6.2. Campo definitivo.

a. Preparación del terreno y trazo del experimento.

Se prepararon 275.4 m² para el establecimiento del experimento en el campo definitivo. La preparación del suelo se hizo en forma manual con azadón y volteando el suelo a una profundidad de 20 a 25 cm. Posteriormente se efectuó el trazo y delimitación de los bloques y unidades experimentales (Ver anexo 3, pag. 53).

b. Aleatorización.

La distribución de los tratamientos quedó de acuerdo al orden en que fueron saliendo los números de los tratamientos en cada bloque o sea que fue al azar (Ver anexo 3, pag. 53).

c. Marcado del terreno.

El marcado del terreno para colocar las plantas se hizo con un rayador rústico fabricado por el agricultor, tal como lo muestra la siguiente figura.

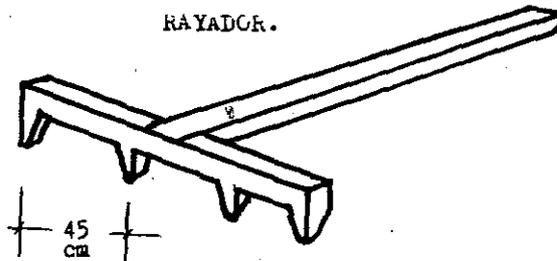


FIGURA 2

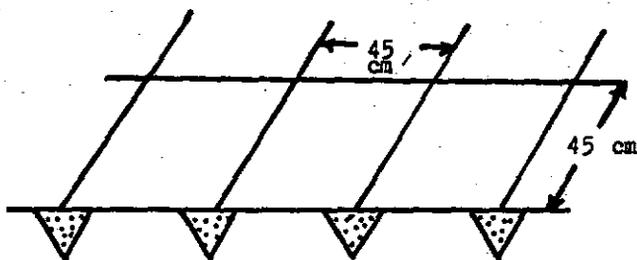
RAYADOR FABRICADO POR EL AGRICULTOR.

En las intersecciones de las marcas hechas con el rayador se localizaron los puntos en donde se colocaron las plantas (Ver figura 3)

d. Aplicación de la materia orgánica.

Previo al trasplante, en el lugar donde se colocarían las plantas, se procedió a aplicar la fuente de materia orgánica correspondiente a cada tratamiento (8.75 gr/planta). Para esto se procedió a hacer un agujero con azadón, se aplicó la materia orgánica y se revolvió con el suelo.

En la figura siguiente puede apreciarse las intersecciones del rayado del terreno y los sitios en donde se incorporó la materia orgánica.



SITIOS EN DONDE SE INCORPORO LA MATERIA ORGANICA.

Figura 3.

e. Trasplante.

El trasplante se efectuó al mes de haber hecho el semillero quedando las plantas distanciadas a 45 cm.

f. Fertilización.

La fertilización inicial se efectuó ocho días después del trasplante y la fertilización final un mes después de la fertilización inicial. Para la misma se procedió a abrir un agujero de aproximadamente 8 cm de profundidad, arriba de la planta, se depositó el fertilizante y posteriormente se tapó el agujero (Figura 4).



Figura 4.

APLICACION DEL FERTILIZANTE QUIMICO.

Las cantidades de fertilizante aplicadas en la fertilización inicial fueron las siguientes: Para los tratamientos 1, 3 y 5, 0.54 gr/planta de Urea; para los tratamientos 2, 4 y 6, 2.5 gr/planta de 16-20-0; para el tratamiento 7, 2.63 gr/planta de 16-20-0, para el tratamiento 8, 16 gr/planta de 16-20-0 y para el tratamiento 9, 5.1 gr por planta de 16-20-0.

Las cantidades aplicadas en la fertilización final fueron las siguientes: Para los tratamientos 1, 3 y 5, - 0.54 gr/planta de Urea; para los tratamientos 2, 4 y 6, - 0.2 gr de Urea por planta; para los tratamientos 7, 8 y 9; 1.56 gr, 8.42 gr y 3.16 gr por planta de Urea.

g. Limpia y calza.

La limpia se efectuó al mes de haber efectuado el trasplante, ocho días antes de la aplicación final del fertilizante. La calza se efectuó dos días después de la fertilización final.

h. Control fitosanitario.

El control de plagas y enfermedades se efectuó desde el trasplante hasta 15 días antes de la cosecha en el campo definitivo de la siguiente manera: Aplicaciones quincenales de Propineb⁽¹⁾ y Deltametrina⁽²⁾ a razón de 25 cc de cada producto por bomba de 4 galones de agua.

i. Fertilización foliar.

Se efectuaron tres aplicaciones de abono foliar⁽³⁾ para proporcionarle al cultivo elementos menores tales como: Boro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molib

deno y Zinc. Dicho producto se aplicó a razón de 50 cc por bomba de 4 galones de agua.

j. Cosecha.

La cosecha se efectuó a dos meses y medio despues de haber efectuado el trasplante cortando las -- inflorescencias a 6 pulgadas de largo.

-
- (1) Ingrediente activo del fungicida Antracol.
 - (2) Ingrediente activo del insecticida piretroide Decis.
 - (3) Abono foliar conocido como Bayfolan.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. ANALISIS DEL SUELO.

Los resultados del análisis del suelo efectuado por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) muestran que el suelo tiene un pH ligeramente ácido (6.7) el cual se encuentra dentro del rango adecuado para el cultivo del brócoli el cual es de 6 a 7. .

El estado de fertilidad que presenta el suelo es el siguiente; El fósforo con 8.33 ppm lo consideran insuficiente asumiendo un nivel crítico para el mismo de 10 a 12 ppm, aunque algunos autores consideran que el nivel crítico del fósforo para el brócoli es de 7 ppm. El potasio con 318 ppm se consideró abundante ya que el nivel crítico para el mismo es de 60 ppm.

La relación Ca:Mg se encuentra abajo del nivel crítico ya que tiene una proporción de 5.24:1 y para Guatemala se considera aceptable la proporción de 6.75:1.

El análisis de suelo efectuado en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía dió los siguientes resultados; Un contenido de Carbono orgánico de 0.84 % lo cual convertido a materia orgánica dió 1.44 % de M.O. esto significa que dicho suelo practicamente carece de materia orgánica (Ya que suelos con contenido de materia orgánica abajo del 2 % se consideran como carentes de la misma), un contenido de nitrógeno de 0.05 % el cual se considera bajísimo. La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) es de 17/1 la cual se considera que está dentro del rango en que la inmovilización y la mineralización del nitrógeno son casi iguales (6). La prueba de Fluoruro de Sodio (NAF) ¹ molar dió un pH = 9 lo cual indica una cantidad moderada de Alófano en el suelo (Arcillas no cristalizadas que pueden ser fijadoras de nitrógeno en forma de ión amonio (NH_4^+) o bien de fosfatos ($AlPO_4$, $FePO_4$).

La textura del suelo resultó arcillosa.

Considerando las características del suelo se puede inferir que si es necesaria la aplicación o incorporación de materia orgánica al suelo, pero esto puede provocar una competencia entre los microorganismos que descomponen la materia orgánica y el cultivo en cuanto a la utilización del nitrógeno disponible en el suelo.

Además se infirió que también es necesaria la aplicación de nitrógeno y fósforo, pero que, éstos nutrientes corren un leve riesgo de ser fijados en el suelo tanto por el Alófono presente, como por la relación C/N del mismo.

2. ANALISIS DE LAS FUENTES DE MATERIA ORGANICA.

De acuerdo a la información presentada en las características del material experimental, en el capítulo de materiales y métodos, las tres procedencias de fuentes de materia orgánica tienen una composición principal a base de gallinaza, un contenido de elementos mayores de: 2 % de nitrógeno, 2 % de fósforo y 2 % de potasio; trazas de elementos menores de Calcio, Magnesio, Cobre y Azufre y un contenido de materia orgánica del 80 %.

En el análisis de la muestra de gallinaza (específicamente de la fuente de materia orgánica Procedencia 2) efectuado en el laboratorio de la Sub-área de manejo de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía, se obtuvieron los siguientes resultados: Un contenido de Carbono Orgánico (C.O.) de 19.9 %, lo cual convertido a materia orgánica dió un porcentaje de 34.26 % (Se utilizó una muestra sin tamizar de 0.1 gr del material analizado).

El contenido de nitrógeno total fué de 2.69 % y la relación C/N fué de 7/1, la cual se considera adecuada ya que de acuerdo a lo expuesto por Foth (7) las proporciones C/N menores de 15 en los materiales fuente de materia orgánica dan como resultado una mayor mineralización del nitrógeno en el suelo.

3. DATOS GENERALES DE RENDIMIENTO DE INFLORESCENCIAS DE LOS TRATAMIENTOS.

Los resultados de rendimiento de los tratamientos, expresados en granos por inflorescencia y en kg/ha, producto de 3 cortes de inflorescencias (Ver anexo 4, pag. 54), se presentan en el cuadro 5, en el cual se puede apreciar que los rendimientos promedio varían de 5028 kg/ha en el tratamiento 1 (Procedencia 1, 25-00-00) hasta 7033 kg/ha en el tratamiento 7 (56-26-00).

Con respecto al número de inflorescencias cosechadas en cada parcela neta (Ver anexo 4, pag. 54), se perdieron en algunos tratamientos algunas plantas lo cual se debió fundamentalmente a el ataque de plagas, específicamente de gallina ciega (Phyllophaga sp).

CUADRO 5
RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS

NO.	TRATAMIENTO	PESO \bar{x} EN GRAMOS POR INFLORESCENCIA	RENDIMIENTO EN KG/HA.
1	P1-25-00-00	101.81	5028
2	F1-25-25-00	116.76	5766
3	F2-25-00-00	115.14	5693
4	F2-25-25-00	106.31	5349
5	P3-25-00-00	116.23	5740
6	P3-25-25-00	109.68	5416
7	00-56-26-00	142.42	7033
8	00-317-163-00	135.23	6678
9	00-112-52-00	126.55	6249

Descripción de los tratamientos:

El primer valor o nomenclatura corresponde a la procedencia o fuente de materia orgánica.

El segundo valor corresponde al nivel de nitrógeno en kg/ha.

El tercer valor corresponde al nivel de fósforo en kg/ha.

Y el cuarto valor corresponde al nivel de potasio en kg/ha.

Como puede observarse, en el cuadro 5, el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento 7 el cual es la fertilización recomendada por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) el cual fué de 142.42 gramos por inflorescencia y de 7033 kg/ha.

Los tratamientos 8 y 9 (Recomendación del agricultor y recomendación del Programa de Prueba de Tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) a pesar de sobrepasar en cantidades de fertilizante al tratamiento 7 mostraron rendimientos inferiores a éste; esto se debió básicamente a que las cantidades recomendadas por el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en la fertilización del brócoli, corresponden a los niveles o dosis óptimas establecidas para dicho cultivo. Arriba o abajo de éstos valores es lógico esperar que los rendimientos o resultados sean inferiores.

Por otro lado los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (Tratamientos con interacción entre fuentes de materia orgánica y niveles de fertilización química) presentaron rendimientos inferiores a los tratamientos en donde solo se aplicó fertilización química (tratamientos 7, 8 y 9), lo cual indica que no existió una respuesta favorable en dichos tratamientos; esto puede explicarse considerando que los niveles de fertilización química en los mismos son menores y que el nivel de materia orgánica aplicado (350 kg/ha) es también inferior a lo normalmente recomendado (5.6 ton/ha). Otro factor que pudo influir en los resultados del experimento es el tiempo de descomposición de la materia orgánica, el cual pudo ser insuficiente debido al corto período del cultivo a nivel de campo (2.5 meses después del trasplante se efectuó la cosecha del brócoli).

4. ANALISIS ESTADISTICO.

El cuadro 6 presenta el análisis de varianza del experimento en bloques al azar, utilizándose como variable respuesta el rendimiento promedio en gramos de inflorescencia por tratamiento; se determinó que si existe significancia entre bloques y que no existe significancia entre los tratamientos.

CUADRO 6
ANALISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO EN BLOQUES
AL AZAR

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
Bloques	2	20186.87	10093.4	11.7	**
Tratamientos	8	4179.12	522.4	0.6	N.S.
Error	16	13758.37	859.9		
Total	26	38124.36			

Coefficiente de variación = C.V. = 32 %.

Como puede apreciarse en el cuadro 6, la alta significancia que existe entre los bloques o repeticiones del experimento indica que la gradiente creada por la pendiente del terreno provoca una gradiente de fertilidad en el terreno que influye en los rendimientos del cultivo.

En el cuadro 7 que se presenta en la siguiente página, puede apreciarse el análisis estadístico del experimento como un bifactorial en bloques al azar en el cual se analiza al factor A que corresponde a las fuentes de materia orgánica, al factor B que corresponde a los niveles de fertilización química y por último se analiza la interacción AB.

CUADRO 7
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL EXPERIMENTO COMO UN
BIFACTORIAL EN BLOQUES AL AZAR.

F. V.	G. L.	S. C.	C. h.	F. C.	F. T.
Bloques	2	13393.53	6696.76	27.28	**
Tratamientos	5	511.43	102.29	0.42	N. S.
Factor A	2	41.85	20.93	0.09	N. S.
Factor B	1	1.23	1.23	0.005	N. S.
Interacción					
AB	2	468.35	234.18	0.95	N. S.
Error	10	2454.97	245.49		
Total	17	16359.93			

Como puede apreciarse en el análisis de varianza del experimento como un bifactorial en bloques al azar que presenta el cuadro 7 sigue existiendo una alta significancia entre bloques debido a la gradiente de pendiente y fertilidad que presenta el terreno y no existe ninguna significancia entre tratamientos, factor A, factor B, e interacción AB.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO.

En el cuadro 8 se resume el análisis económico para determinar el tratamiento que presenta el mejor índice de rentabilidad. Para los cálculos de ingreso bruto se utilizó una densidad de plantas de 49382 por hectarea y un precio del kg de brócoli para exportación de Q 0.44 (la densidad de plantas está calculada en base a un distanciamiento de 0.45 x 0.45 m y el precio del kg de brócoli para exportación en base a consultas hechas en la localidad). Para la determinación de los costos totales de producción de los tratamientos puede consultarse a el anexo 6, pag. 57 y para mayor fuente de consulta la meta

dología del análisis económico en el capítulo de materiales y métodos de éste trabajo.

CUADRO 8
ANALISIS ECONOMICO DEL EXPERIMENTO.

No.	TRATAMIENTO	COSTO TOTAL	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	INDICE DE RENTABILIDAD.
1	P1-25-00-00	Q1731.28	Q2212.32	Q 481.04	27.79 %
2	P1-25-25-00	Q1786.52	Q2537.04	Q 750.52	42.01 %
3	P2-25-00-00	Q1500.01	Q2504.92	Q 704.91	39.16 %
4	P2-25-25-00	Q1855.25	Q2353.56	Q 498.31	26.86 %
5	P3-25-00-00	Q1793.94	Q2525.60	Q 731.66	40.79 %
6	P3-25-25-00	Q1849.18	Q2383.04	Q 533.86	28.87 %
7	00-56-26-00	Q1799.20	Q3094.52	Q1295.32	71.99 %
8	00-317-163-00	Q2342.78	Q2938.32	Q 595.54	25.42 %
9	00-112-52-00	Q1759.92	Q2749.56	Q 989.64	56.23 %

Se puede observar en el cuadro 8 que el tratamiento que obtuvo el más alto costo de producción fué el tratamiento 8 en el cual se aplicó la fertilización tradicional del agricultor, lo cual disminuyó el ingreso neto en dicho tratamiento y causó que dicho tratamiento presentara el menor índice de rentabilidad. Por otra parte el tratamiento 7 en el cual se aplicó la recomendación del laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), aunque no fué el tratamiento con el menor costo de producción (tratamiento 1), si fué el tratamiento que obtuvo el mayor ingreso bruto, el mayor ingreso neto y el mejor y mayor índice de rentabilidad - (71.99 %); le siguieron en orden descendente de índices de rentabilidad, el tratamiento 9 con 56.23 % y el tratamiento 2 con 42.01 %.

El tratamiento 1 mostró el menor costo de producción debido a que el costo de fertilización se redujo con la utilización solamente de gallinaza y Urea (Ver anexo 6).

En el cuadro 9, que se presenta a continuación se obtienen las tasas internas de capital variable de los tratamientos. El incremento en el costo variable está en función del costo de fertilización del tratamiento 8 el cual se tomó como testigo por ser la fertilización tradicional del agricultor. Los incrementos negativos que se observan en la columna de costo variable indican que los costos de fertilización de los tratamientos con respecto al tratamiento testigo fueron inferiores.

El incremento en los ingresos netos de los tratamientos también fueron calculados a partir del ingreso neto del tratamiento 8 (tratamiento testigo); los valores positivos indican que hubieron tratamientos que rindieron mayores ganancias que el tratamiento testigo y los valores negativos indican que rindieron menores ingresos netos que el tratamiento testigo.

Las mejores tasas de retorno de capital variable (T.R.C.V.) son los valores absolutos más altos.

CUADRO 9

TASAS DE RETORNO DE CAPITAL VARIABLE DE LOS TRATAMIENTOS

No.	TRATAMIENTO	INCREMENTO C.V. Q/ha	INCREMENTO I.N. Q/ha	T.R.C.V. Δ IN/ Δ CV
1.	F1-25-00-00	- 611.50	- 114.50	+ 0.19
2.	F1-25-25-00	- 556.26	+ 154.98	- 0.28
3.	F2-25-00-00	- 542.77	+ 109.37	- 0.20
4.	F2-25-25-00	- 487.53	- 97.23	+ 0.20
5.	F3-25-00-00	- 548.64	+ 136.12	- 0.25
6.	F3-25-25-00	- 493.60	- 61.68	+ 0.13
7.	00-56-26-00	- 543.58	+ 699.78	- 1.29
8.	00-317-163-00	-----	-----	----
9.	00-112-52-00	- 422.86	+ 394.10	- 0.93

Δ = Incremento.

Con respecto a las tasas de retorno de capital variable de los tratamientos, dos fueron las sobresalientes con tasas (T.R.C.V.) negativas lo cual se debe a que muestran costos variables menores que el testigo e ingresos netos mayores al mismo.

La primera tasa sobresaliente es de -1.29 y corresponde al tratamiento 7, la cual indica que por cada quetzal disminuido en el costo variable el ingreso neto aumentó Q 1.27 (Quetzales).

La segunda tasa sobresaliente es de - 0.93 y corresponde al tratamiento 9, la cual indica que por cada quetzal disminuido en el costo variable el ingreso neto aumentó Q 0.97 (Quetzales).

Lo anteriormente expuesto en las dos tasas de retorno de capital variable sobresalientes se aplica a todas las tasas con valor negativo.

Las tasas de retorno de capital variable positivas se debe a que los tratamientos mostraron menores costos variables y menores ingresos netos. Ejemplo: T.R.C.V. = + 0.19 indica que por cada quetzal disminuido en el costo variable, el ingreso neto disminuyó en Q 0.19 (de quetzal).

El ejemplo anterior se puede aplicar a todas las tasas de retorno de capital variable con valores positivos.

En orden de importancia decreciente, le siguen a los dos tratamientos con tasas (T.R.C.V.) sobresalientes, el tratamiento 2 con - 0.28; el tratamiento 5 con - 0.25; el tratamiento 3 con - 0.20; el tratamiento 6 con + 0.13; el tratamiento 1 con + 0.19 y el tratamiento 4 con + 0.20 de Tasa de Retorno de Capital Variable.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas, entre los tratamientos, entre las fuentes de materia orgánica, entre los niveles de fertilización química y en la interacción de los mismos, por lo cual se acepta la primera hipótesis planteada.
2. Los tratamientos en los cuales se evaluaron las fuentes de materia orgánica y los niveles de fertilización química presentaron rendimientos inferiores a aquellos en los cuales se aplicó solo la fertilización química debido básicamente a que el nivel de fertilización de los mismos en cuanto al aporte de nutrientes se refiere fué inferior.
3. Se obtuvo mayores rendimientos, sin afectar la calidad del producto y utilizando menor cantidad de fertilizantes con respecto a la fertilización tradicional del agricultor con el tratamiento en el cual se aplicaron 56 kg/ha de nitrógeno y 26 kg/ha de fósforo (recomendación del laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) el cual rindió el mejor índice de rentabilidad (72 %) y la mejor tasa de retorno de capital variable (- 1.29) por lo cual se acepta la segunda hipótesis planteada.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para el cultivo del brócoli híbrido Green Valiant, en la aldea Joya Grande, se recomienda una fertilización de 56 kg/ha de nitrógeno, 26 kg/ha de fósforo y 00 kg/ha de potasio; aplicando el 37 % de nitrógeno y el 100 % de fósforo ocho días después del trasplante y el 63 % restante de nitrógeno 30 días después del trasplante.
2. En la evaluación de fuentes de materia orgánica y niveles de fertilización química se recomienda considerar los siguientes elementos:
 - a. En el suelo: La pendiente, la gradiente de fertilidad, el contenido de carbono orgánico, el contenido de materia orgánica, nitrógeno total, la relación Carbono/nitrógeno, la fertilidad, - pH, la relación Calcio:Magnesio y el contenido de alúmino presente en el mismo.
 - b. En las fuentes de materia orgánica: El contenido de carbono orgánico, el contenido de materia orgánica, el contenido de nitrógeno total, la relación Carbono/nitrógeno, el contenido de nutrientes mayores y menores y finalmente la velocidad de descomposición de las mismas.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BURGOS O., S. 1983. Cultivo del brócoli. In Curso Nacional sobre Producción de Hortalizas para el Altiplano (1., 1983, Quetzaltenango, Guatemala). Quetzaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 11-16
2. CASSERES, E. 1986. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. p. 115-124.
3. COOKE, C.N. 1965. Fertilizantes y sus usos. Trad. por Alonso Blackaller Valdéz. 2a. ed. México, Continental. 180 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
5. FASEBENDER, H.W. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América latina. 2a. ed. Turrialba, Costa Rica, IICA. p. 29, 97-98
6. FOTH, H.D. 1986. Fundamentos de la ciencia del suelo. 2a. ed. México, CECSA. 413 p.
7. GONZALEZ RAMIREZ, I.M. 1984. Interacción de niveles de N, P y fuentes de materia orgánica sobre el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 38 p.
8. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1979. La gallinaza como abono. Guatemala. Trifoliar.
9. _____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1987. Informe técnico anual del programa de hortalizas y disciplina de suelos. Chimalteango, Guatemala. p. 16-27

10. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de control meteorológico de la estación Santa Cruz Balanyá, período 1978-1988.
Sin publicar.
11. GUDIEL, V.N. 1986. Manual agrícola Superb. 6a. ed. Guatemala, Productos Superb. p. 38-42
12. JACOB, A.; UEXCKULL, H. 1966. Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Trad. por López Martínez de Alva. Alemania, Hannover Verlagsgeselleschaft Fer Axkerbau mbh. 626 p.
13. LEON GARRE, A. 1951. Fundamentos científicos naturales de la producción agrícola. Barcelona, España, Salvat. 620 p.
14. MONTERROSO GARCIA, R. 1968. Efecto de seis combinaciones de abonos orgánicos y químicos sobre producción de coliflor y su comportamiento en el suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 61 p.
15. PALENCIA ORTIZ, J. 1986. Programa de nutrición vegetal; informe anual. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 123 p.
16. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli, variedades y cultivo. Estados Unidos, Agencia Internacional de Desarrollo. Boletín agrícola no. 1957. 7 p.
17. SELKE, W. 1970. Los abonos. Trad. por Ortwin Gunther. 3a. ed. España, Editorial León. 410 p.
18. SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Timado Sulsona. Guatemala, Editorial José Pineda Ibarra. 1000 p.

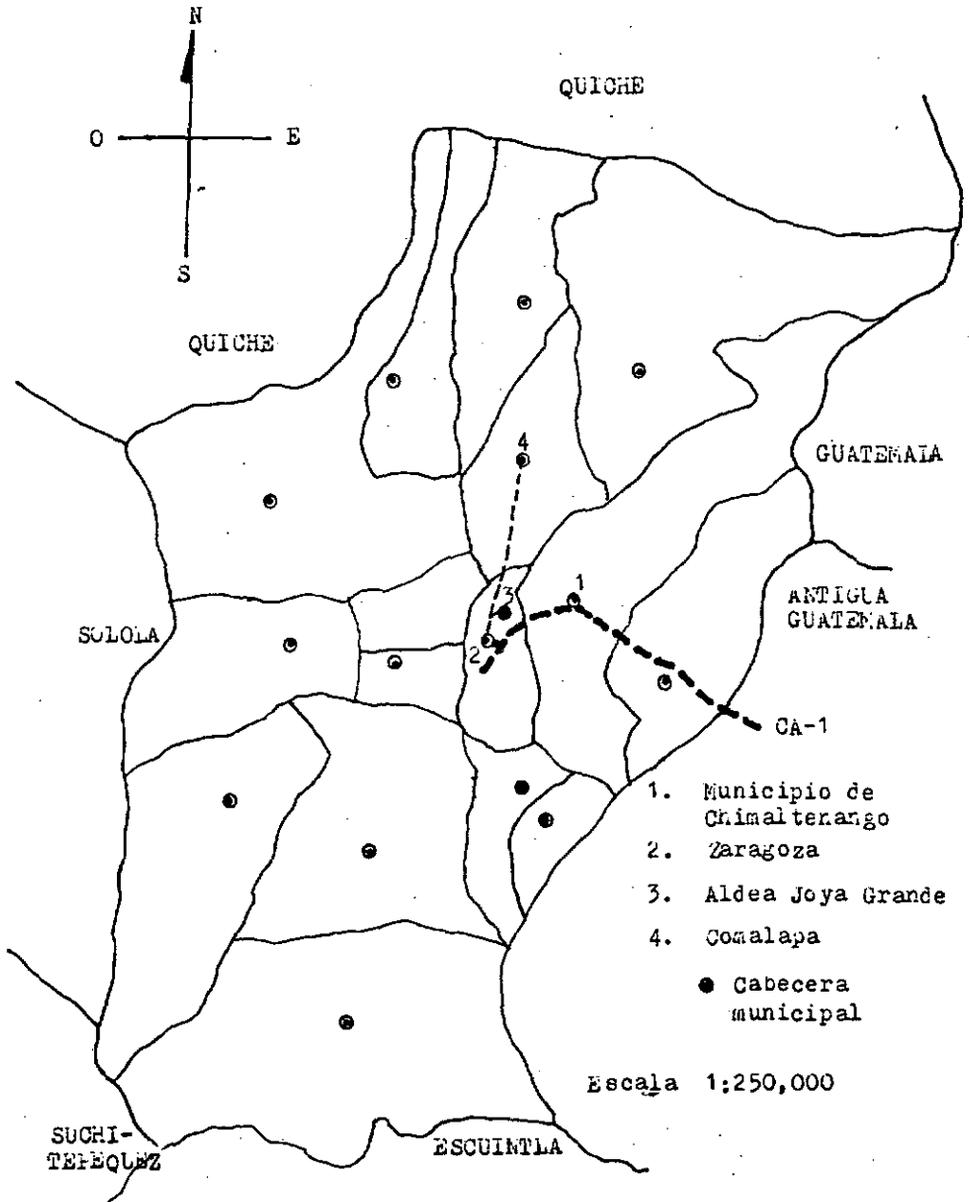
19. TAMHANE, R.V. et al. 1979. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Diana. 482 p.
20. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1965. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera. México, D.F., Continental. 510 p.
21. TISCORNIA, J.R. 1977. Hortalizas de hoja. Buenos Aires, Argentina, Albatros. 167 p.
22. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, LA MOLINA (PERU). 1966. Generalidades en el cultivo de hortalizas. Lima, Perú. p. 7-8

Vo. Bo.

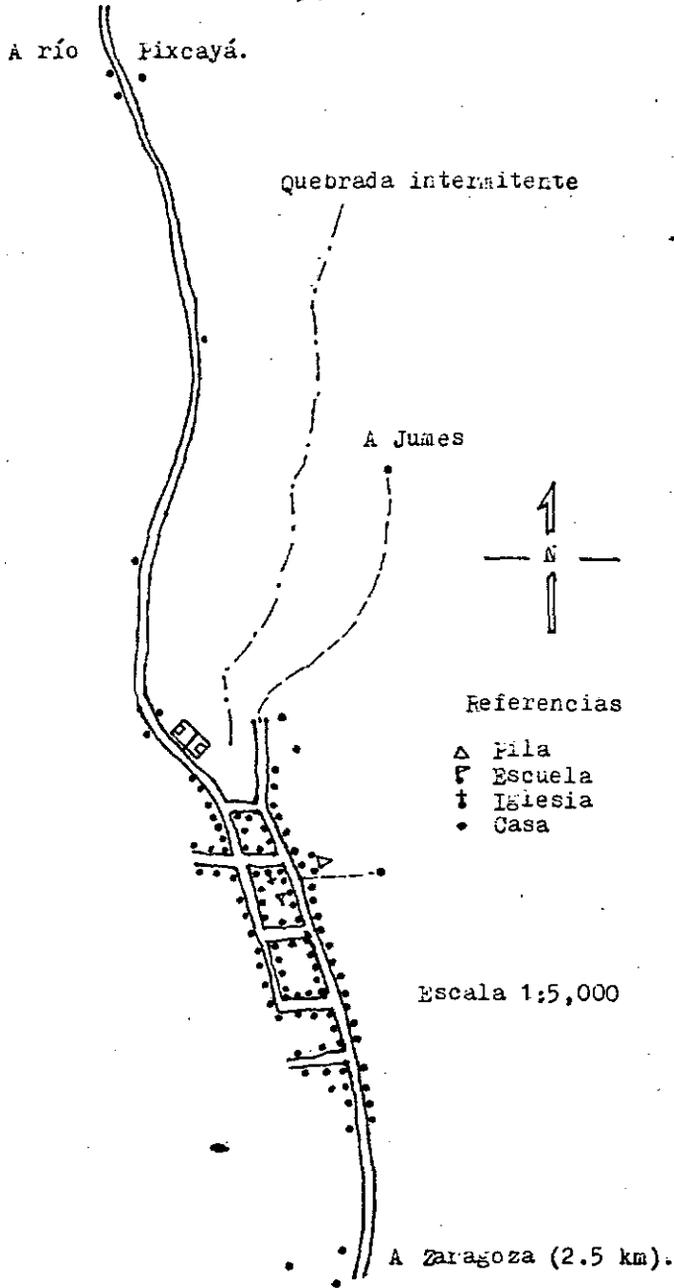
Patuallo



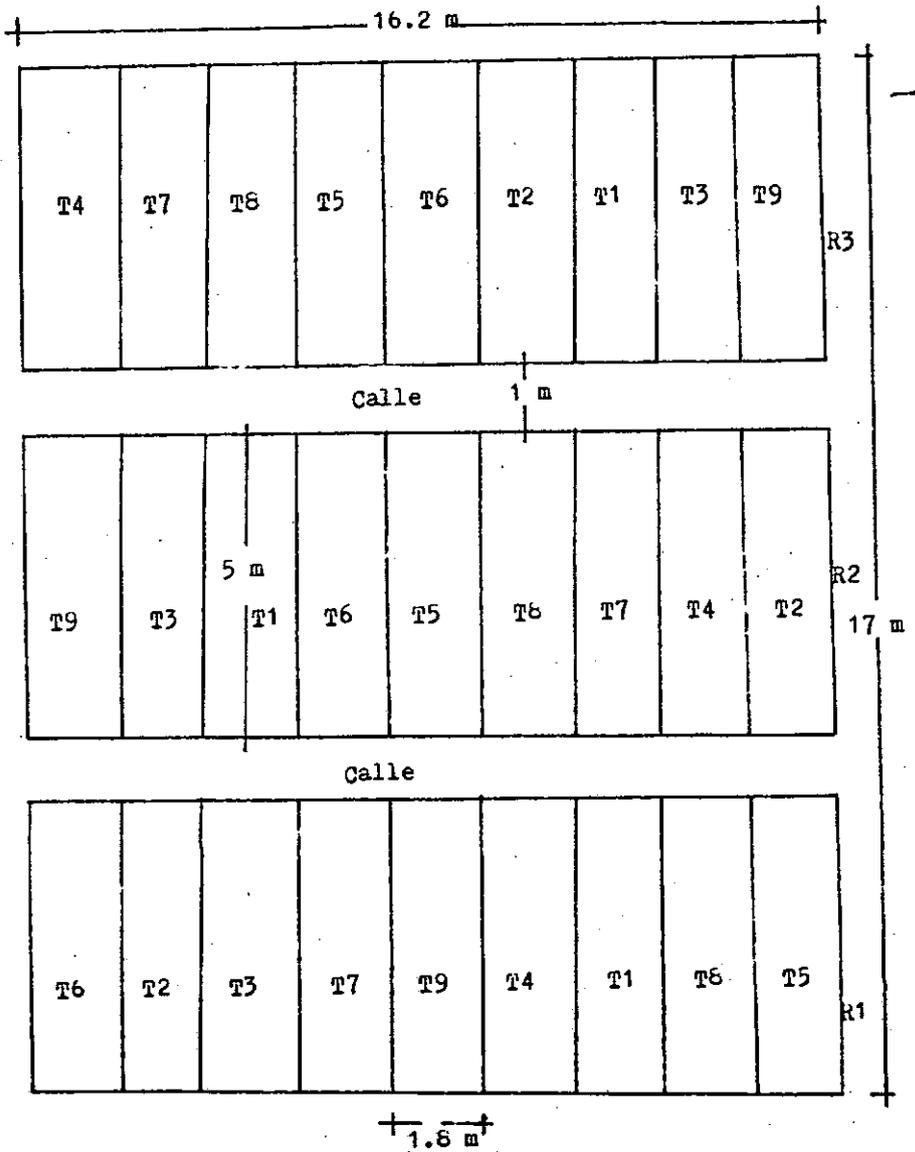
X. APENDICE



ANEXO 1. Ubicación de la aldea Joya Grande en el departamento de Chimaltenango.



ANEXO 2. Croquis de la aldea Joya Grande



ANEXO 3. Croquis del Experimento.

RESULTADOS DE CAMPO

BLOQUE	TRATAMIENTO	No. DE PLANTAS COSECHADAS	PESO \bar{X} POR PLANTA	TOTAL COSE- CHADO POR UNIDAD EXP.
Yo.	No.	No.	grs.	grs.
1	1	11	56.7	623.7
1	2	30	85.05	2551.5
1	3	13	71.3	926.9
1	4	16	76.7	1227.2
1	5	17	66.15	992.25
1	6	23	83.05	1956.15
1	7	13	156.06	2028.78
1	8	03	47.2	141.6
1	9	24	80.1	1922.4
2	1	30	130.35	3910.50
2	2	30	103.20	3096.00
2	3	30	131.02	3930.60
2	4	16	109.90	1978.20
2	5	19	128.16	2435.04
2	6	21	139.50	2929.50
2	7	28	117.21	3282.72
2	8	29	198.92	5768.68
2	9	30	177.24	5317.20
3	1	22	158.36	3483.92
3	2	23	136.67	3143.41
3	3	28	146.37	4098.36
3	4	24	142.44	3118.56
3	5	11	111.12	1222.32
3	6	21	125.73	2640.33
3	7	22	153.95	3386.90
3	8	14	159.58	2234.12
3	9	15	122.31	1834.65

ANEXO 4

RESULTADOS DE CAMPO.

COSTO DE PRODUCCION

CULTIVO: Brócoli, Híbrido Green Valiant.

LOCALIDAD: Aldea Joya Grande, Zaragoza, Chimaltenango.

EXTENSION: Una hectarea (10,000 m²)

GASTOS DIRECTOS

1. ARRENDAMIENTO DE
TIERRA (1 ha.). Costo total: Q 260.00

2. MARO DE OBRA CONTRATADA	No. de Jornales	Costo Unidad	Costo Parcial
1. Preparación y cuidado del semillero	15	Q 4.50	Q 67.50
2. Preparación del terreno	32	Q 4.50	Q144.00
3. Trasplante	30	Q 4.50	Q135.00
4. Fumigaciones	16	Q 4.50	Q 72.00
5. Fertilización	16	Q 4.50	Q 72.00
6. Limpia y calza	30	Q 4.50	Q135.00
7. Cosecha	36	Q 4.50	Q162.00
TOTAL DE MARO DE OBRA			Q 787.50

3. INSUMOS	CANTIDAD	Costo Unidad	Costo Parcial
1. Semilla. Híbrido Green Valiant	16 oz	Q 10.90	Q 174.40
2. Fertilizante foliar (Bayfolán)	3 gal.	Q 15.00	Q 45.00
3. Insecticida Decis	2 lt.	Q 63.75	Q 127.50
4. Fungicida antracol	5 kg	Q 10.50	Q 52.50
5. Adherente (810)	2 lt	Q 4.50	Q 9.00
TOTAL DE INSUMOS			Q 408.40

<u>4. DEPRECIACION DE MATERIALES Y EQUIPO .</u>	<u>Costo Parcial.</u>
4.1. Aperos de labranza (Azadón, machete)	Q 40.00
4.2. Bomba de asperjar	Q 40.00
<u>TOTAL DE DEPRECIACIONES</u>	<u>Q 80.00</u>

GASTOS DIRECTOS.

- Arrendamiento de tierra	Q 260.00
- Mano de obra	Q 787.50
- Insumos	Q 405.40
- Depreciaciones	Q 80.00
<u>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</u>	<u>Q 1525.90</u>

GASTOS INDIRECTOS.

- Imprevistos (10 % sobre los gastos directos)	Q 152.59
---	----------

COSTO DE PRODUCCION EXCLUYENDO INSUMOS DE
FERTILIZACION Q 1678.49

ANEXO 6

DETERMINACION DE LOS COSTOS DE FERTILIZACION DE LOS TRATAMIENTOS.

Precios de los abonos orgánicos.

Gallinaza Q 2.50 el qq.
 Fertipest Q 9.63 el qq.
 Biofert Q 9.00 el qq.

Precios de los fertilizantes químicos.

16-20-0 Q28.00 el qq.
 Urea (46 %) Q24.00 el qq.

No.	TRATAMIENTO	CANTIDAD DE FERTILIZANTE El qq.	COSTO PARCIAL Q.	COSTO TOTAL Q.
1	P1-25-00-00	Gallinaza 9.64	Q 24.10	Q 52.79
		Urea 1.19	Q 28.69	
2	P2-25-25-00	Gallinaza 9.64	Q 24.10	Q108.03
		16-20-0 2.77	Q 77.50	
		Urea 0.26	Q 6.43	
3	P2-25-00-00	Fertipest 9.64	Q 92.83	Q121.52
		Urea 1.19	Q 28.69	
4	P2-25-25-00	Fertipest 9.64	Q 92.83	Q176.76
		16-20-0 2.77	Q 77.50	
		Urea 0.26	Q 6.43	
5	P3-25-00-00	Biofert 9.64	Q 86.76	Q115.45
		Urea 1.19	Q 28.69	
6	P3-25-25-00	Biofert 9.64	Q 86.76	Q170.69
		16-20-0 2.77	Q 77.50	
		Urea 0.26	Q 6.43	
7	00-56-26-00	16-20-0 2.86	Q 80.00	Q120.71
		Urea 1.69	Q 40.71	
8	00-317-163-00	16-20-0 17.86	Q450.00	Q664.29
		Urea 8.93	Q214.29	
9	00-112-52-00	16-20-0 5.72	Q160.00	Q241.43
		Urea 3.39	Q 81.43	

19 ABR. 1988

SP-11

Nombre de la Finca _____
 Alda más cercana Joya Grande.
 Municipio Zaragoza
 Departamento Chimaltenango.
 Agricultor Angel Leopoldo Jordán Z.

DIRECCION A DONDE SE ENVIARAN LOS RESULTADOS
 Nombre Angel Leopoldo Jordán Zabaleta
 Dirección 16-06 "A", apartamento 308, Miraflores.

NOTA: Use una casilla para cada muestra llevando original y copia

Campo No.	1																		
Muestra No.	1																		
Area que representa cada muestra	1.0 Ha.																		
Cultivo Anterior	Maíz																		
Fertilizante usado (fórmula)																			
Cuantos quintales usó por manzana																			
Resultado que obtuvo																			
Para que cultivo desea recomendación	Cacahuate																		
Mes que sembrará	Julio																		
Edificios si son cultivos perennes																			

PAR USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO.

Muestra	Laboratorio	pH	Microgramos /ml.		Meq / 100 ml de Suelo		Recomendación Número
			P	K	Ca	Mg	
9357		6.7	8.33	318	7.23	1.38	2

ANEXO 7

OBSERVACIONES

E L A G R I C U L T O R . A N O T A

- 58 -

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

30-XI-1989

"IMPRIMASE"



[Handwritten Signature]
ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central