

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y CAL DOLOMITICA EN LA  
PRODUCCION DE SEMILLA DE REPOLLO (Brassica oleracea var Capitata)  
EN LA ALDEA QUILINCO, CHIANTLA, HUEHUETENANGO



Guatemala, abril de 1991

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

01  
T(1249)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal Martinez Muñoz
VOCAL I	Ing. Agr. Maynor Estuardo Estrada Rosales
VOCAL II	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL III	Ing. Agr. Wotzbelí Mendez
VOCAL IV	P. A. Alfredo Itzep
VOCAL V	P. A. Marco Tulio Santos
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala, abril de 1991

Señores  
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
Facultad de Agronomía

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y CAL DOLOMITICA EN LA PRODUCCION DE REPOLLO (Brassica oleracea var Capitata) EN LA ALDEA QUILINCO, CHIANTLA, HUEHUETENANGO", como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Julio Antonio Franco Rivera

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MIS PADRES: Victor Franco Soberanis  
Marta Rivera (E.P.D.)

A MI ESPOSA: Gladys Judith

A MIS HIJOS; Julissa Alejandra  
José Ariel

A MIS HERMANOS: Edgar Oswaldo  
Vicma Rigoberta

A MI ABUELO: Próspero Franco Flores (E.P.D.)

A MIS TIOS, SOBRINOS, PRIMOS Y CUÑADOS

AL CAMPESINO GUATEMALTECO

## AGRADECIMIENTO

A la comunidad de Quilinco, Chiantla, Huehuetenango; especialmente a los agricultores Alberto Carrillo y Virgilio Carrillo.

A mi asesor, Ing. Agr. Efraín Medina Guerra, por sus acertadas observaciones y su valiosa orientación.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por permitir realizar el presente estudio.

A mis compañeros de trabajo.

A la señorita secretaria Bal Maria Gutierrez y trabajadores de la sub-región VII-2, ICTA, Huehuetenango.

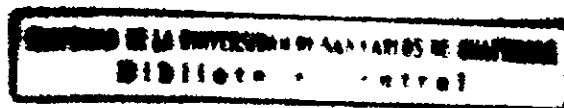
## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
LISTADO DE CUADROS	iii
LISTADO DE FIGURAS	iv
LISTADO DE CUADROS DEL ANEXO	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	01
II. HIPOTESIS	02
III. OBJETIVOS	02
IV. REVISION DE LITERATURA	03
4.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE HORTALIZAS	03
4.1.1. Importaciones de semillas de hortalizas procedentes de Estados Unidos a Guatemala	03
4.2. FERTILIZACION Y VALORES DE EXTRACCION DE NUTRIENTES DEL SUELO POR EL CULTIVO DE REPOLLO	03
4.2.1. Estudios realizados sobre fertilización en repollo en Guatemala	05
4.3. CONDICIONES CLIMATICAS Y FISIOLOGICAS PARA LA FLORACION DE PLANTAS BIANUALES	05
4.4. DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN LAS PLANTAS	06
4.4.1. Deficiencia de calcio	06
4.4.2. Deficiencia de fósforo	07
4.4.3. Deficiencia de nitrógeno	07
4.4.4. Deficiencia de magnesio	07
4.5. PRODUCCION DE SEMILLA DE REPOLLO	07
4.5.1. Métodos de producción de semilla de repollo	07
4.5.1.1. Método de semilla a semilla	08
4.5.1.2. Método de planta a semilla	08
V. MATERIALES Y METODOS	10
5.1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL	10
5.1.1. Localización, características climáticas y edáficas	10
5.1.2. Sitio experimental	10
5.2. MATERIAL EXPERIMENTAL	12
5.2.1. Material evaluado	12
5.2.2. Tratamientos	12
5.2.3. Fuente de nutrimentos	13
5.3. ESPACIOS DE EXPLORACION	13
5.4. DISEÑO DE TRATAMIENTOS	14

	PAGINA
5.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	14
5.6. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	15
5.7. VARIABLES EVALUADAS	16
5.8. ANALISIS DE LA INFORMACION	16
5.8.1. Análisis estadístico	16
5.8.2. Análisis económico	18
5.8.3. Determinación de Horas-frío	18
5.8.3.1. Método de Da Mota	18
5.8.3.2. Método de Weinberger	18
5.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	18
5.9.1. Aislamiento	18
5.9.2. Preparación del terreno	19
5.9.3. Semillero	19
5.9.4. Siembra o trasplante	19
5.9.5. Riegos	20
5.9.6. Limpias	20
5.9.7. Fertilizaciones	20
5.9.7.1. Aplicación de enmienda	20
5.9.7.2. Primera fertilización	20
5.9.7.3. Segunda fertilización	20
5.9.7.4. Tercera fertilización	20
5.9.8. Control fitosanitario	21
5.9.9. Cosecha comercial de repollo	21
5.9.10. Raleo de hijuelos o retoños	21
5.9.11. Cosecha de semilla	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	23
6.1. PRODUCCION DE REPOLLO	23
6.2. PRODUCCION DE SEMILLA	24
VII. CONCLUSIONES	28
VIII. RECOMENDACIONES	28
IX. BIBLIOGRAFIA	29
ANEXO	30

## LISTADO DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Importación de semilla de diversas hortalizas durante el período de 1981 a 1987 procedentes de Estados Unidos a Guatemala	04
Cuadro 2. Valores de extracción de macronutrientes del suelo reportados por diferentes autores para el cultivo de repollo	05
Cuadro 3. Análisis físico y químico del suelo en el área experimental de la aldea Quilenco, Chiantla, - Huehuetenango	12
Cuadro 4. Niveles de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica utilizada en el cultivo de repollo para la producción de semilla en Quilenco, Chiantla, Huehuetenango	14
Cuadro 5. Tratamientos resultantes con valores codificados y sin codificar de la Matriz Plan Puebla I, evaluados en la presente investigación, expresados en kg/ha	15
Cuadro 6. Rendimiento de cabezas de repollo por tratamiento evaluado en Quilenco, Chiantla, Huehuetenango	23
Cuadro 7. Rendimiento de semilla (kg/ha) de repollo de los tratamientos que la produjeron con su prueba de Tukey; estudio realizado en Quilenco, Chiantla, Huehuetenango	25
Cuadro 8. Rendimiento de semilla (kg/ha) y su correlación entre número de silicuas por planta y número de semillas por silicuas	25
Cuadro 9. Porcentaje de germinación, número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de 1000 semillas por tratamiento que produjo semilla en Quilenco, Chiantla, Huehuetenango	26





## LISTADO DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Precipitación pluvial y temperaturas máximas y mínimas del área experimental, Quilínco, Chiantla, Huehuetenango	11
Figura 2. Cróquis del experimento de niveles de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica evaluados en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango. Escala 1:175	17

## LISTADO DE CUADROS DEL ANEXO

Cuadro A1. Análisis de varianza para el total de tratamientos evaluados en la producción de repollo en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango	31
Cuadro A2. Análisis de varianza para los tratamientos resultantes de la Matriz Experimental Plan Puebla I, excluyendo al testigo, en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango. Producción de repollo	31
Cuadro A3. Análisis de varianza para los tratamientos que produjeron semilla en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango	31
Cuadro A4. Costos de producción en quetzales/hectárea de la producción de semilla de repollo para los tratamientos que la produjeron en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango	32
Cuadro A5. Cuadro resumen de costos de producción en quetzales/hectárea de la producción de semilla de repollo para los tratamientos que la produjeron en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango	33
Cuadro A6. Rendimiento (kg/ha) de cabezas de repollo por tratamiento, repeticiones y promedio, evaluado en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.	34
Cuadro A7. Rendimiento de semilla de repollo de los tratamientos que la produjeron por repetición, expresado en kg/ha.	34

• NOTA

Los datos presentados en esta investigación son propiedad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, y se publican con la debida autorización.

EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y CAL DOLOMITICA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE REPOLLO (Brassica oleracea var Capitata) EN LA ALDEA QUILINCO, CHIANTLA, HUEHUETENANGO

EVALUATION OF FOUR LEVELS OF NITROGEN, PHOSPHOROUS AND DOLOMITIC LIMESTONE ON SEED PRODUCTION OF CABBAGE (Brassica oleracea var Capitata) IN QUILINCO, CHIANTLA, HUEHUETENANGO

R E S U M E N

Nuestro país, por su diversidad ecológica, presenta condiciones agroclimáticas para la producción de semilla de hortalizas. Para el caso del Altiplano Occidental, las bajas temperaturas que ocurren en los últimos meses del año son propicias para inducir floración y producir semilla de crucíferas y de otras especies que para su floración necesitan pasar por un período forzoso de frío.

Es necesario que la investigación agrícola se oriente a la producción de semilla de hortalizas ya que estas, en su mayoría, se importan principalmente de los Estados Unidos, lo cual representa al país un costo en miles de dólares estadounidenses (\$); por ejemplo, la semilla de repollo que se importó en 1985 tuvo un valor de \$27,715 en 1986 fué de \$227,074 y para 1988 se reporta un valor de \$93,128 .

La presente investigación se realizó en la Aldea Quilenco, Chiantla, Huehuetenango. El área se localiza a 2350 msnm, presenta un temperatura promedio de 14°C. La precipitación media anual es de 944 mm, distribuidos irregularmente de mayo a noviembre. Los suelos pertenecen a la serie Acasaguastlán y de acuerdo a la zonificación ecológica de Guatemala, pertenece a la faja del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Como objetivos se plantearon: El determinar la mejor dosis de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica para la producción de semilla de repollo de buena calidad en los suelos de la serie Acasaguastlán en Quilenco, Chiantla, así mismo determinar el mejor tratamiento en base a su rentabilidad para la producción de semilla y cabezas de repollo. El método utilizado para la producción de semilla fué

el de semilla a semilla en la variedad de repollo de polinización libre Copenhagen Market.

Se evaluó el rendimiento de cabezas y semilla de repollo; se analizó la producción de semilla en base al diseño estadístico Bloques al Azar ya que solamente seis de los tratamientos evaluados produjeron semilla y la producción de cabezas de repollo se analizó siguiendo la metodología del arreglo matricial en donde no se encontró significancia estadística entre los tratamientos resultantes de la Matriz Experimental Plan Puebla I, por lo que se recomienda utilizar los niveles mínimos de cada factor estudiado.

De acuerdo al análisis de varianza para los tratamientos que produjeron semilla, existe diferencia estadística al 0.05 de probabilidad de error, considerando al tratamiento 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica como el mejor para producir semilla de repollo después de cosechar la cabeza, así mismo reportó la mayor rentabilidad (360%) y el mayor porcentaje de germinación (94%). El componente del rendimiento que tiene mayor relación en la producción de semilla de repollo, para el caso del presente estudio, es el número de semillas por silicua.

En base a los resultados obtenidos se recomienda: Para la producción comercial de cabezas de repollo en la serie de suelos Acasaguastlán de la aldea Quilincó, Chiantla, aplicar 87 kg/ha de nitrógeno y 87 kg/ha de fósforo y para la producción de semilla, bajo condiciones similares a las del presente estudio, aplicar 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica.

## I. INTRODUCCION

En lo últimos cuatro años de la década de los ochenta, las zonas minifundistas del Altiplano Occidental de nuestro país se han caracterizado por el aumento de infraestructuras de miniriego, lo que ha traído consigo el desarrollo y la producción de varias especies hortícolas, ya que permiten altas densidades de población por unidad de área y un rápido retorno a capital invertido, debido a su corto ciclo vegetativo

El repollo es una especie hortícola que en los últimos años ha cobrado importancia no solamente por el aumento del área cultivada, sino por la exportación de éste producto hacia centroamérica.

El repollo se cultiva principalmente en el Altiplano Central y Occidental de nuestro país por pequeños y medianos agricultores. Estos agricultores, actualmente ven aumentados sus costos de producción máxime en el reglón semilla, debido a que la mayoría de semillas de hortalizas se importan principalmente de los Estados Unidos, lo que representa fuga de divisas, deteriorando aún más nuestra crítica economía. Las importaciones de semilla de hortalizas a nivel nacional, según el Banco de Guatemala (2), en cuanto al valor en dólares estadounidenses (\$), ha aumentado en lo últimos años; por ejemplo, en 1985 fué de \$683,795, y para 1986 de 1,168,921. Lo anterior demuestra la necesidad de generar tecnología adecuada para la producción de estas semillas.

Guatemala por su diversidad ecológica, presenta condiciones agroclimáticas adecuadas para la producción de semillas de hortalizas, sin embargo es un campo que en la actualidad no se ha desarrollado.

Esta investigación se realizó como parte del trabajo investigativo del Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, de la sub-región VII-2, Huehuetenango y la misma se efectuó con el fin de determinar la mejor dosis de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica para la producción de semilla de repollo de buena calidad en suelos de la serie Acasaguastlán en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango, así mismo para determinar el mejor tratamiento evaluado en base a su rentabilidad para la producción de semilla y cabezas de repollo.

En este trabajo se utilizó la variedad de polinización libre Copenhagen -

Market, cuyas características agronómicas como tamaño y compacidad lo hacen aceptable en el mercado nacional y centroamericano.

Para su ejecución se diseñaron los tratamientos de acuerdo a la Matriz Plan Puebla I, los cuales se evaluaron por medio de un diseño de Bloques al Azar, con tres repeticiones.

## II. HIPOTESIS

En los suelos de la serie Acasaguastlán de la aldea Quilinco, Chiantla, Huehuetenango, el rendimiento y calidad de la semilla de repollo responde a la aplicación de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica.

## III. OBJETIVOS

- a. Determinar la mejor dosis de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica para la producción de semilla de repollo de buena calidad en suelos de la serie Acasaguastlán en Quilinco, Chiantla, Huehuetenango.
- b. Determinar el mejor tratamiento evaluado en base a su rentabilidad para la producción de semilla y cabezas de repollo.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### 4.1. IMPORTANCIA DE LA PRODUCCION DE SEMILLAS DE HORTALIZAS

El valor de la semilla de hortalizas se incrementó en forma notable en Guatemala, llegando en algunos casos hasta un incremento del quinientos por ciento, lo cual ha representado para el agricultor un rubro muy fuerte en sus costos de producción. Además, se tiene el inconveniente de que la semilla que le llega al agricultor en algunas ocasiones no responde como se espera, pues presenta problemas de germinación y desarrollo de las plántulas (2).

##### 4.1.1. Importaciones de semillas de hortalizas procedentes de Estados Unidos a Guatemala.

Según el Departamento de Cuarentena Vegetal y el Banco de -- Guatemala (2), las importaciones de semillas de hortalizas a nivel nacional, en cuanto al valor en dólares estadounidenses (\$), ha aumentado en los últimos años; por ejemplo en 1985, fué de \$683,795 y para 1986 de 1,168,921.

El cuadro 1, muestra las importaciones de semillas de diversas hortalizas durante el período de 1981-1987.

Para el caso de semilla de repollo, en el cuadro 1, se puede apreciar que para 1985 se importaron un total de 1,605 kg de semilla con un valor de \$27,715 y para 1986 aumentó a 2,470 kg de semilla con un valor de \$227,074. En 1988 se importaron un total de 1,756.38 kg de semilla con un valor de \$93,128.27 .

##### 4.2. FERTILIZACION Y VALORES DE EXTRACCION DE NUTRIENTES DEL SUELO POR EL CULTIVO DE REPOLLO

En nuestro país la literatura referente a las exigencias de fertilizantes para la producción de semillas de hortalizas es muy escasa debido a que la información es confidencial de compañías privadas nacionales y transnacionales y además la investigación a nivel nacional todavía no se ha orientado a generar tecnología en este campo.

Rodriguez (12), menciona que para la producción de 60,000 kg/ha de

Cuadro 1. Importación de semilla de diversas hortalizas durante el período de 1981 a 1987 procedentes de Estados Unidos a Guatemala

HORTALIZAS	1,981		1,982		1,983		1,984		1,985		1,986		1,987 <sup>1/</sup>	
	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$	C Kg	V US\$
Ajo									452.92	990	256.20	1,942		
Arveja China			5,443	10,233	2,317	4,634	32,558	31,305	10,001	14,834	22,549.7	76,602	4,537.9	32,119
Cebolla	7,226	17,091	7,037	14,730	10,377	22,173	8,471	15,994	9,630	21,491	8,203.6	91,466	3,150.1	21,318
Coliflor			38	10,625			132	17,648	3,622	82,538	3,126.1	83,804	802.7	30,153
Chile Pimiento					127	3,038	135	5,265	367	396	249.0	9,952	245.8	34,655
Melón	894	12,717	1,243	11,062	358	7,377	1,238	17,255	4,321	56,595	2,673	229,772	4,965.1	41,410
Okra							10	44	717	1,720	3,104.3	10,283	523.8	2,528
Rábano					13,506	114,010	15,315	132,577	3,131	54,473	7,944.7	37,070	5,554.2	21,723
Remolacha							1,551	10,640	4,345	31,443	1,347	23,934	1,206.8	10,244
Repollo					850	46,450	731	23,502	1,605	27,715	2,470	227,074	136.0	3,938
Sandía	127	1,000	697	7,092	3,935	16,403	1,163	11,422	255	5,139	3,662	31,001.1	590.93	9,714
Tomate	332	7,736	10,131	11,422	3,171	30,452	4,809	73,175	3,177	46,123	2,537	151,176	1,653.5	52,765
Zanahoria			734	5,473	91	900	6,736	55,035	6,341	74,141	9,461	26,246	2,090.8	41,439
Hort.del Programa	8,629	32,544	25,323	70,692	34,732	245,692	72,749	394,362	57,465.92	413,103	68,633.4	923,679	25,417.6	307,011
<b>Total Hortalizas</b>			<b>35,648.5</b>		<b>44,918.8</b>		<b>34,755.6</b>		<b>63,969.7</b>	<b>633,795</b>	<b>75,022.7</b>	<b>1153,921</b>	<b>30,533.8</b>	<b>537,337</b>
				<b>101.612</b>		<b>315.412</b>		<b>565,933</b>						

1/Hasta Mayo

Fuentes: Cuarentena Vegetal y BANJUAT.

C= Cantidad

V= Valor

\$= Dólares Americanos



cabezas de repollo se hace necesario la aplicación de 200-100-180 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Valadez (15), cita algunos valores de extracción de macronutrientes reportados por diferentes autores (cuadro 2). Se observa que el cultivo de repollo es más exigente en nitrógeno, potasio y calcio, requiriendo en menor grado fósforo.

Cuadro 2. Valores de extracción de macronutrientes del suelo reportados por diferentes autores para el cultivo del repollo.

Autor	Producción media kg/ha	Extracción de nutrientes kg/ha				
		N	P	K	Ca	Mg
Hester, J.B. (1980)	22,400	67.20	13.4	42.6	17	4.5
James, B.E. (1980)	16,300	56.00	8.9	51.15	8.9	3.4
Splittstoesser (1984)	25,800	68.30	14.6	63.4	—	—
Millar y Turk (1980)	22,400	67.20	22.4	89.6	20.2	4.5

Fuente: (15)

#### 4.2.1. Estudios realizados sobre fertilización en repollo en Guatemala

El Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en Quetzaltenango en el año 1986 evaluó 4 niveles y 3 fórmulas de fertilizantes químicos y materia orgánica en repollo, concluyendo en lo siguiente: para la localidad de Labor Ovalle se recomienda utilizar la fórmula 20-20-0, con el nivel 87 kg/ha. Para la localidad Las Cruces de San Carlos Sija se recomendó utilizar la fórmula 20-20-0 y el nivel 74 kg/ha.

En ambas localidades, la aplicación de nitrógeno (en forma de urea) adicional y materia orgánica no incrementó estadísticamente el rendimiento del cultivo (8).

#### 4.3. CONDICIONES CLIMATICAS Y FISIOLOGICAS PARA LA FLORACION DE PLANTAS BIANUALES.

De todas las crucíferas, el repollo es la hortaliza que muestra mayor tolerancia a las bajas temperaturas (heladas hasta  $-9^{\circ}\text{C}$ ) (15). A temperaturas de 4 a  $7^{\circ}\text{C}$ , durante un período de 3 a 4 semanas (vernaliza

ción) después de la fase juvenil, emite el vástago floral (15) .

Para un buen rendimiento de semillas, la planta debe desarrollarse hasta alcanzar su tamaño requerido y condición fisiológica necesaria, en su primera estación. Debe atravesar por un período forzoso de baja temperatura, no demasiado frío, pero lo suficientemente fresco. Uno a dos meses de 4.4 a 9.9°C es efectivo para la mayoría de plantas bianuales (15).

En las plantas que requieren período frío, la fase de madurez para iniciar la floración se alcanza cuando la planta ha llenado sus requerimientos de frío (5) . Además, se considera importante el crecimiento vegetativo que la planta haya alcanzado, por ejemplo, un número mínimo de hojas o de nudos, se emplea muchas veces como medida para determinar si la planta ha alcanzado o no la fase de madurez para la floración (3) . En especies del género Oenothera para que la vernalización sea efectiva deben estar presentes, por lo menos, de seis a ocho hojas, y en las coles - de brucas se requieren por lo menos 30 hojas (3) .

La necesidad de que se haya alcanzado un cierto grado de crecimiento nos indica que para que la sensibilidad sea máxima es necesario la acumulación de algún factor (quizás un receptor del estímulo de vernalización). El hecho de que en muchas plantas sea indispensable un número mínimo de hojas, apoya esta idea, puesto que la síntesis de la mayoría de los compuestos que se encuentran en la planta, depende de la fotosíntesis (3) .

Aunque no se haya demostrado hasta ahora, parece ser que existe una buena cantidad de pruebas a favor de la idea de que en el proceso de la vernalización se consumen glúcidos: por lo cual, claro está, estos tienen un papel esencial en dicho proceso (3) .

#### 4.4. DEFICIENCIAS DE NUTRIENTES EN LAS PLANTAS

##### 4.4.1. Deficiencia de calcio:

La deficiencia de calcio en plantas de algodón, repercute en un aumento de la cantidad de glúcidos foliares y en una disminución de dichos compuestos en los tallos y en las raíces. Esto se interpreta como consecuencia de una disminución del transporte de glúcidos debida a la deficiencia de calcio (3) .

#### 4.4.2. Deficiencia de fósforo

La deficiencia de fósforo en girasol, soya y mostasa negra provocan la acumulación de glúcidos (3) .

#### 4.4.3. Deficiencia de nitrógeno:

La disminución del nitrógeno disponible provoca una disminución consecuente en la síntesis de proteínas, lo que provoca a su vez una disminución del tamaño de las células y especialmente del ritmo de sus divisiones (3) .

#### 4.4.4. Deficiencia de magnesio:

La deficiencia de magnesio provoca una disminución del metabolismo de glúcidos. Muchas de las enzimas que intervienen en el metabolismo glucídico necesitan magnesio como activador (3) .

### 4.5. PRODUCCION DE SEMILLA DE REPOLLO

#### 4.5.1. Métodos de producción de semilla de repollo:

El repollo es una planta bianual, flores perfectas, teniendo ambas partes femeninas y masculinas, polinizadas por abejas, puede ser autoincompatible. Para el caso de algunas regiones de Estados Unidos, los repollos crecidos para producir semilla tienen usualmente la cabeza el primer año y en el segundo producen el tallo floral ramificado, el tallo puede crecer hasta 1.5 m y en algunos casos debe ser tutoreado para detenerlo: hojas más pequeñas que las hojas del primer año y flores amarillas crecen en el tallo y en las ramas, las silicuas se desarrollan conteniendo hasta 20 semillas cada una (13) .

Cuando las silicuas se ponen de color café, las semillas están maduras, mientras una planta individual puede producir hasta media libra de semilla, se deben seleccionar las más productoras (13) .

Algunas plantas pueden ser autoincompatibles, así la cantidad de semillas debe ser garantizada al cultivar varias plantas. El repollo requiere de un período frío dentro de las dos estaciones de crecimiento para obligarlo a formar semilla. Los estudios sobre el período frío pueden ser de 30 días a temperaturas abajo de

10°C a 60 días de 15.5°C o menos (13) .

Existen dos métodos para cultivar plantas para semilla de repollo que son practicados comercialmente en los Estados Unidos.- El método de semilla a semilla se utiliza cuando dependiendo de las condiciones climáticas se cumple con el período frío requerido por el repollo para florear. El método de planta a semilla se utiliza cuando el período frío necesario para florear no se alcanza en el campo, sino se provoca por métodos artificiales, almacenando la cabeza de repollo (13) .

#### 4.5.1.1. Método de semilla a semilla:

Las plantas permanecen en el lugar por dos estaciones de la plantación original hasta que la semilla del cultivo ha sido cosechada. Si las plantas en el invierno -- reciben temperaturas que raramente bajan de -12°C, se aconseja utilizar este método, por involucrar menos trabajo y evade los problemas de almacenar repollo durante el invierno. Las plantas pueden ser espaciadas 0.61 m y los surcos 1.20 m . Las variedades de repollo más pequeñas se plantan más cercanas (13) .

Cuando está formada la cabeza de repollo, una práctica común es hacer una incisión de 2.54 cm en X sobre la base de la cabeza para permitir la emergencia del tallo floral. Cuando aparece el tallo floral, una estaca con capacidad de soportar el tallo de 1.5 m debe ser puesta cerca de la planta y el tallo amarrado a ésta. En esta etapa es conveniente seleccionar las mejores cabezas para impedir el deterioro de la semilla (13) .

La semilla de la col también puede cultivarse de los troncos de las plantas seleccionadas, de los cuales, los repollos típicos han sido cosechados, sin quitar los troncos (13).

#### 4.5.1.2. Método de planta a semilla:

Este método contempla el crecimiento de la cabeza del

repollo, el arrancado y almacenado de ésta y su sistema radicular y su replantado en la primavera. Se deben seleccionar los mejores repollos para producir semilla.

Las condiciones para almacenar las cabezas de repollo deben ser:

- a. Mantener temperaturas cercanas a los 0°C como sea posible.
- b. Mantener una humedad alta para que la planta no se seque,  
y
- c. Colocar los repollos juntos pero no apilados.

Los repollos almacenados deben ser inspeccionados ocasionalmente, durante el invierno y aquellos que se están pudriendo deben ser retirados. Un lugar de almacenamiento ideal es un cuarto frío como el utilizado para almacenar - deciduos como manzana y pera (13) .

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

#### 5.1.1. Localización, características climáticas y edáficas

La presente investigación se realizó en la aldea Quilenco, del municipio de Chiantla, Huehuetenango. Su posición geográfica es de  $15^{\circ} 23'$  Latitud Norte y  $91^{\circ} 27'$  Longitud Oeste (9). Se localiza en la parte media de la Meseta de los Cuchumatanes, cuya región pertenece a los suelos de los cerros de caliza (14), dista de la ciudad capital 281 km, de los cuales 268 km son de carretera asfaltada hasta Chiantla y 13 km de terracería hasta la aldea. Se localiza a 2,350 msnm. Presenta una temperatura promedio de  $14^{\circ}\text{C}$ . Se registran temperaturas menores a cero grados centígrados en época de diciembre a marzo y las máximas de marzo a mayo con  $30^{\circ}\text{C}$ . La precipitación media anual es de 944 mm, distribuidos de mayo a noviembre (6). La figura 1, muestra la distribución de la precipitación durante la fase de campo de la presente investigación, así como también las temperaturas máximas y mínimas.

Según Holdridge (11), en la zonificación ecológica de Guatemala, pertenece a la faja del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

Según Simmons et al (14), los suelos pertenecen a la serie Aca-saguastlán, con material madre de serpentina, son suelos superficiales (10 a 15 cm de espesor), con textura franco arcilloso, el subsuelo es de color café rojizo a rojo, friable, textura arcillosa y de espesor de 15 a 25 cm.

#### 5.1.2. Sitio experimental:

El sitio experimental se localizó dentro del área de miniriego con que cuenta la aldea Quilenco, presenta una pendiente del 15%; en años anteriores se establecieron cultivos como maíz y trigo, manejados con tecnología tradicional del área.

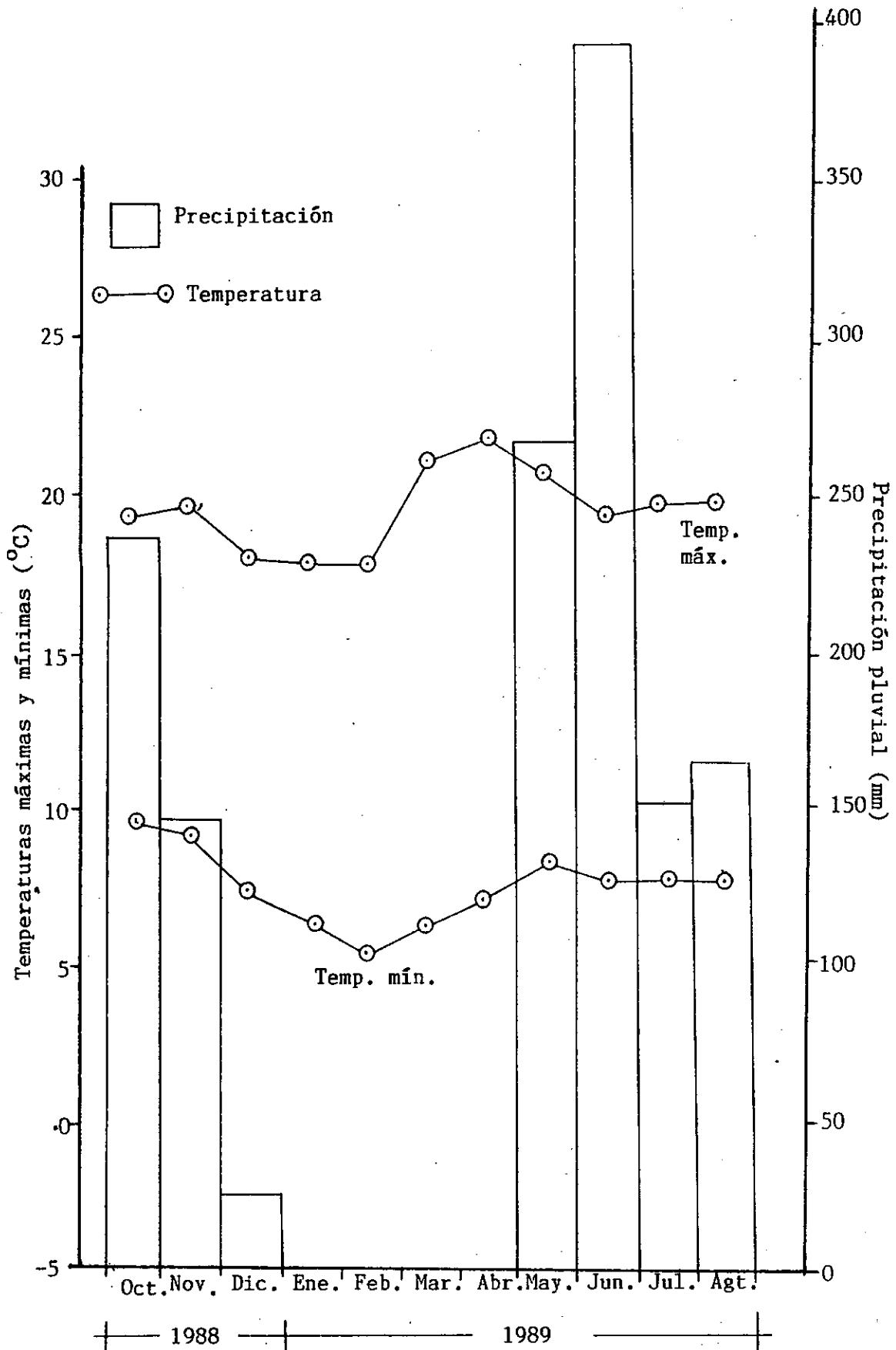


Figura 1. Precipitación pluvial y temperaturas máximas y mínimas del área experimental, Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Para realizar la presente investigación, se principió por realizar un muestreo del suelo del sitio experimental, el cual proporcionó los resultados mostrados en el cuadro 3. Se puede apreciar que el pH está por debajo de lo exigido por el cultivo (pH 5.5-6.6), esta condición hace que los elementos nutritivos no sean disponibles para ser aprovechados por las plantas, a pesar de que el potasio se encuentra dentro de los rangos aceptables. En base a lo anterior fué necesario aplicar cal dolomítica como enmienda para elevar el pH y como fuente de calcio y magnesio.

Cuadro 3. Análisis físico y químico de suelos en el área experimental de la aldea Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Arcilla.	%		Clase Textural.	pH	% MO	Microgramos/ml		Meq/100 ml suelo	
	Limo	Arena				P	K	Ca	Mg
25	28.12	46.88	Francó	4.7	2.89	3.33	150	2.25	0.69
PPM									
		Fe	Cu	Mn	Zn				
		14.6	1.0	44.3	3.1				

Fuente: Laboratorio de suelos de ICTA, 1988.

## 5.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

### 5.2.1. Material evaluado:

El cultivar utilizado en la presente investigación fué Copenhagen Market, el cual presenta plantas de tamaño medio, produce cabezas de 15 cm de diámetro y con un peso promedio de 0.68 a 0.91 kg por cabeza. Sus hojas son de color verde claro y el interior blanco. Este material además de ser de polinización libre, presenta características adecuadas de tamaño y compacidad que le hacen aceptable en el mercado nacional (10).

### 5.2.2. Tratamientos:



Como tratamientos para la presente investigación se tomaron los siguientes: Nitrógeno, Fósforo y Cal Dolomítica.

El nitrógeno se evaluó tomando en cuenta los requerimientos del cultivo y su movilidad en el suelo.

La evaluación del fósforo obedece al resultado del análisis físico-químico del suelo (cuadro 3), en el cual este elemento se presenta por debajo del nivel crítico establecido (7 ppm).

La evaluación de la cal dolomítica se consideró debido a que el suelo presenta un pH ácido (4.7) y los valores de calcio y magnesio se reportaron bajos (2.25 y 0.69 Meq/100 ml de suelo de Ca y Mg respectivamente).

Considerando el nivel crítico del potasio entre 60 a 100 microgramos/ml, no fué conveniente su evaluación ya que de acuerdo al análisis físico-químico del suelo (cuadro 3), este elemento se presenta por encima del nivel crítico (150 microgramos/ml) con bajas probabilidades de respuesta.

#### 5.2.3. Fuente de nutrimentos:

Las fuentes de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica fueron: Urea (46% de nitrógeno), Triple Superfosfato (46%  $P_2O_5$ ) y Cal Dolomítica. Esta última procede del municipio de Malacatancito, - Huehuetenango, presentando las siguientes características químicas: 65% carbonato de calcio y 29% de carbonato de magnesio, valor de neutralización 95%, eficiencia 75%, 26% de calcio y 28% de magnesio.

#### 5.3. ESPACIOS DE EXPLORACION

Los espacios de exploración se consideraron tomando en cuenta el análisis físico-químico del suelo (cuadro 3), y trabajos de investigación sobre dosis de fertilizante en la producción comercial de repollo, efectuados por el Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en Quetzaltenango en 1986.

La cal dolomítica se incorporó, tomando en cuenta dos de sus propiedades: La primera, como enmienda para elevar el pH del suelo y así hacer más

aprovechables los elementos nutritivos para la planta: la segunda, como fuente de calcio y magnesio que de acuerdo al análisis del suelo se hacen necesarios.

Los niveles de nitrógeno y fósforo se establecieron, partiendo de los trabajos de investigación de ICTA, al recomendar los niveles 87-87-0 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente para el Altiplano Occidental de Guatemala en suelos de textura franca de la serie Quezaltenango para la producción comercial de repollo (8). El cuadro 4, muestra los cuatro niveles evaluados de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica respectivamente.

Cuadro 4. Niveles de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica utilizados en el cultivo de repollo para la producción de semilla en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Nutrimentos	Niveles (kg/ha)			
	1	2	3	4
Nitrógeno (N)	87	107	127	147
Fósforo ( $P_2O_5$ )	87	133	179	225
Cal Dolomítica	0	667	1333	2000

#### 5.4. DISEÑO DE TRATAMIENTOS

La distribución de los tratamientos se realizó de acuerdo a la matriz Plan Puebla I, el número de tratamientos fué de  $2^k + 2k$ : donde "k" representa el número de factores involucrados:

$$k = 3 \text{ (nitrógeno, fósforo y cal dolomítica)}$$

$$2^3 + 2(3) = 14 \text{ tratamientos de la matriz experimental}$$

Plan Puebla I (1) .

Los tratamientos resultantes con valores codificados y sin codificar se pueden apreciar en el cuadro 5, a los cuales se les adicionó un tratamiento testigo absoluto (t.t.) .

#### 5.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos se evaluaron a través de un diseño experimental de

Bloques al Azar, con tres repeticiones, de acuerdo al modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta de la ij...ésima unidad experimental

$U$  = 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 (7).

Cuadro 5. Tratamientos resultantes con valores codificados y sin codificar de la Matriz Plan Puebla I, evaluados en la presente investigación, expresados en kg/ha

No. de orden	Dosis fertilización					
	Fac- tor 1	Fac- tor 2	Fac- tor 3	Nitro- geno.	Fós- foro.	Cal dolo- mítica.
1	-0.33	-0.33	-0.33	107	133	667
2	-0.33	-0.33	+0.33	107	133	1333
3	-0.33	+0.33	-0.33	107	179	667
4	-0.33	+0.33	+0.33	107	179	1333
5	+0.33	-0.33	-0.33	127	133	667
6	+0.33	-0.33	+0.33	127	133	1333
7	+0.33	+0.33	-0.33	127	179	667
8	+0.33	+0.33	+0.33	127	179	1333
9	-1.00	-0.33	-0.33	87	133	667
10	+1.00	+0.33	+0.33	147	179	1333
11	-0.33	-1.00	-0.33	107	87	667
12	+0.33	+1.00	+0.33	127	225	1333
13	-0.33	-0.33	-1.00	107	133	0
14	+0.33	+0.33	+1.00	127	179	2000
15 (t.t.)	-----	-----	-----	000	000	000

t.t. = tratamiento testigo

#### 5.6. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela bruta de 10 m<sup>2</sup>, de la cual se tomó una parcela neta de 4 m<sup>2</sup>, dejando 0.50 m de efectos de borde y cabecera.

En la unidad experimental se plantaron 40 posturas, con un distanciamiento entre plantas de 0.50 m por 0.50 m, de las cuales sólo se tomaron

las 16 posturas centrales para realizar los análisis respectivos, según se indica en la figura 2.

#### 5.7. VARIABLES EVALUADAS

Se evaluó el rendimiento de repollo comercial del total de tratamientos y el rendimiento de semilla de los tratamientos que indujeron floración y produjeron semilla. La calidad de semilla se determinó en base al porcentaje de germinación. A la cosecha se tomaron otros datos como: número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de 1000 semillas, correlacionándose los dos primeros con el rendimiento de semilla.

#### 5.8. ANALISIS DE LA INFORMACION

##### 5.8.1. Análisis estadístico:

No todos los tratamientos resultantes de la matriz experimental Plan Puebla I, respondieron a la floración y producción de semilla de repollo, por ello, el análisis estadístico sufrió las modificaciones siguientes: para evaluar el efecto de los niveles de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica sobre el rendimiento de repollo comercial, se efectuó el Análisis de Varianza (ANDEVA) de acuerdo al diseño estadístico de bloques al azar, en el cual solamente se encontró significancia entre tratamientos, en el ANDEVA para el total de tratamientos incluyendo al tratamiento testigo y no en el ANDEVA para los  $2^k + 2k$  tratamientos de la matriz experimental. De acuerdo a las pruebas de hipótesis, según la metodología de la Matriz Plan Puebla I, sobre la respuesta de cada factor, al no existir significancia en los  $2^k + 2k$  tratamientos, se recomiendan los niveles mínimos de cada factor estudiado.

Los tratamientos que indujeron floración y produjeron semilla, lo hicieron en las tres repeticiones del ensayo, por lo que no pudo deberse al azar sino a posibles causas de carácter fisiológico, en respuesta al ambiente estudiado. Para evaluar el efecto del nitrógeno, fósforo y cal dolomítica, sobre el rendimiento de semilla de repollo de los tratamientos que la produjeron se realizó el análisis de varianza, de acuerdo al diseño de bloques al azar con su respecti-

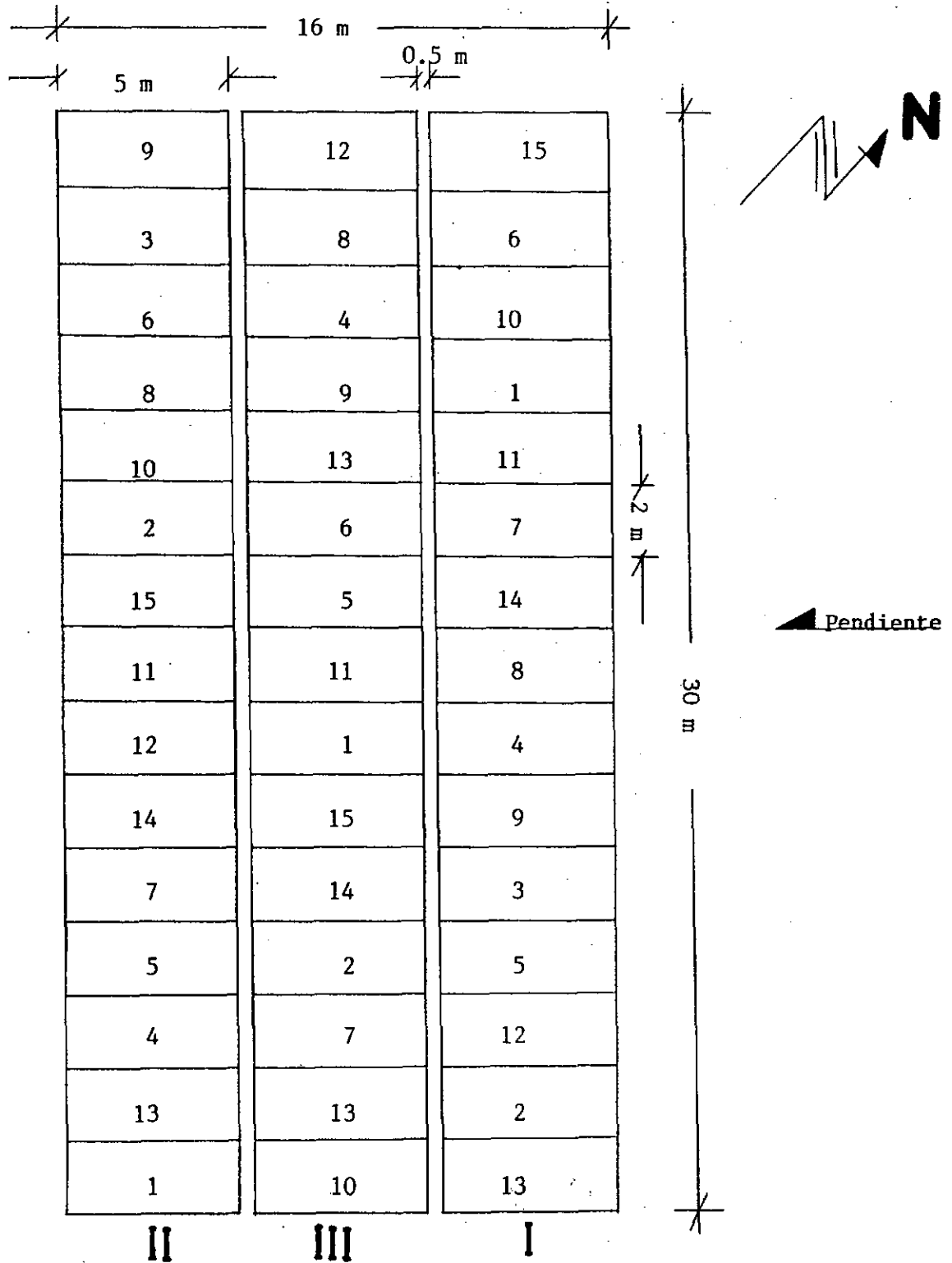


Figura 2. Croquis del experimento de niveles de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica evaluados en Quilenco, Chiantla, Huehuetenango. Escala 1:175 .

va prueba de medias (Tukey al 5% de probabilidad de error), al existir diferencia significativa entre tratamientos.

#### 5.8.2. Análisis Económico:

Se calculó el costo de producción de semilla de repollo para los tratamientos que produjeron semilla (Costos Directos e Indirectos, Ingreso Bruto, Ingreso Neto y Rentabilidad).

#### 5.8.3. Determinación de Horas-frío:

Se determinó las horas-frío del lugar de experimentación, para ello se utilizaron los métodos siguientes:

##### 5.8.3.1. Método de Da Mota:

Se basa en un estudio de correlación entre la temperatura media mensual y el número de horas frío que se acumulan cada mes.

Para el cálculo del total de frío presente durante el invierno se usaron los datos de noviembre, diciembre, enero y febrero. La fórmula empleada es la siguiente:

$$H_f = 485.1 - 28.52 X$$

donde:

$H_f$  = cantidad mensual de horas frío

$X$  = temperatura media mensual

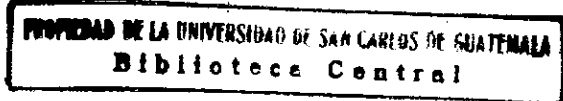
##### 5.8.3.2. Método de Weinberger:

Se basa en un estudio de correlación entre el número de horas frío y el promedio de temperaturas medias de los meses de diciembre y enero únicamente.

Estos métodos proporcionan la estimación más cercana a la realidad del efecto del frío, para mejor aproximación se tomó el promedio de ambos métodos.

### 5.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 5.9.1. Aislamiento:



El sitio experimental estaba localizado de tal manera que a 300 m aproximadamente no existía otro cultivo de la misma especie. Las malezas como el nabo silvestre y otras, se arrancaban antes de que florecieran, dentro y fuera del sitio experimental.

Según las normas de producción de semillas de hortalizas, el aislamiento va de 300 a 2000 m a la redonda, dependiendo de la categoría de semilla (5).

#### 5.9.2. Preparación del terreno:

La preparación del sitio experimental se realizó de forma manual, a principios del mes de agosto de 1988. Este consistió en un picado profundo del suelo (30 cm aproximadamente), dejándolo bien mullido.

En este picado del suelo, se aprovechó para incorporar la cal dolomítica en una sola aplicación por cada tratamiento, esto se realizó un mes antes del trasplante.

#### 5.9.3. Semillero:

El semillero se realizó en la primera quincena del mes de julio de 1988. Se desinfectó con Penta-cloruro-nitrobenceno (PCNB) para controlar los hongos y con Foxin (volatón) para controlar los insectos del suelo en dosis de  $40 \text{ g/m}^2$  y  $48 \text{ g/m}^2$  de suelo respectivamente.

El control fitosanitario para manchas foliares, luego de la emergencia de las plantas se realizó con Propineb (Antracol) y Mancozeb (Dithane M-45) en dosis de 40 g/15 L de agua.

#### 5.9.4. Siembra o trasplante:

El trasplante se efectuó durante la primera semana del mes de septiembre de 1988, cuando las plantas en el semillero alcanzaron una altura de 10 ó 12 cm o poseían de 3 a 4 hojas.

Antes del trasplante, las raíces de las plántulas se remojaron en una lechada de arcilla, agua y penta-cloruro-nitrobenceno (PCNB), aproximadamente por un minuto, para evitar cualquier infección por hongos del suelo.

#### 5.9.5. Riegos:

La estación lluviosa permitió durante algunas fases del cultivo una humedad adecuada en el suelo. En algunos casos, cuando la precipitación fué insuficiente, al cultivo se le suministró riego por aspersión, con frecuencia de 6 a 7 días: especialmente en la época seca de 1989, cuando las plantas comenzaban a formar tallos o ramas florales.

#### 5.9.6. Limpias:

Se efectuaron un total de cuatro limpiezas. Dos durante cuatro meses del cultivo hasta la producción comercial de repollo (cabezas) y las restantes dos durante 8 meses del ciclo de reproducción de la semilla. La primera se efectuó 35 días después del trasplante (ddt) y la segunda a los 60 ddt. La tercera a los 120 y la cuarta a los 250 ddt.

#### 5.9.7. Fertilizaciones:

Se realizaron un total de cuatro aplicaciones, distribuidas de la siguiente manera:

##### 5.9.7.1. Aplicación de enmienda:

Se aplicó el total de los niveles de cal dolomítica en cada tratamiento, un mes antes del trasplante. Se realizó al voleo tratando de uniformizar la cantidad requerida para cada unidad experimental mediante un picado de suelo, incorporándola.

##### 5.9.7.2. Primera fertilización:

Se aplicó el 80% del fósforo total y el 25% de nitrógeno para cada tratamiento. Se realizó 12 días después del trasplante.

##### 5.9.7.3. Segunda fertilización:

Se aplicó solamente el 50% del total de nitrógeno para cada tratamiento. Se realizó 30 días después de la primera fertilización.

##### 5.9.7.4. Tercera fertilización:



Se aplicó el restante 20% del fósforo y 25% de nitrógeno. Se efectuó luego de cortar el repollo comercial (cabezas). A excepción de la cal dolomítica, los otros dos nutrimentos se aplicaron por postura, separadas 5 cm del tallo del repollo.

#### 5.9.8. Control fitosanitario:

Para el control de insectos como Diabrotica (Diabrotica spp), Gusanos del repollo (Pieris rapae L. y Plutella xilostella ) y pulgones (Brevicoryne brassicae L.), se utilizaron productos como Metil-etil (Gusathion M-250), Oxidematon-metil (Metasystox R-500) y Permetrina (Ambush), en dosis de 25 cc/15 L de agua.

Para el control de enfermedades, principalmente el Mildiu Velloso (Peronospora parasitica) y Alternaria spp, se utilizaron productos como Propineb (Antracol) y Mancozeb (Dithane M-45), en dosis de 40 g/15 L de agua. Las aplicaciones se realizaron con más frecuencia en época húmeda, evitando una mayor incidencia de la enfermedad.

#### 5.9.9. Cosecha comercial de repollo:

Tomando en cuenta la maduración uniforme de la variedad de repollo, se efectuaron dos cortes de cabezas en la última quincena del mes de diciembre de 1988. Las cabezas o repollos se cortaron con cuchillos y machetes bien afilados, a ras de su base, tratando de no dañar en mayor grado el tallo principal y así permitir que estos retoñaran fácilmente.

Se pesaron los repollos de cada parcela neta por tratamiento para su análisis posterior.

#### 5.9.10. Raleo de hijuelos o retoños:

Los troncos empezaron a retoñar a mediados del mes de enero de 1989 y a mediados de febrero del mismo año se efectuó un raleo de éstos, el cual consistió en dejar de 3 a 5 retoños o hijuelos por tronco ya que la mayoría de éstos poseía de 8 a 15 hijuelos. Esta práctica se efectuó con el objetivo de no causar acame de los tallos florales al existir más de 6 por tronco.

Los tratamientos que produjeron semilla, comenzaron a florear en la segunda quincena del mes de marzo de 1989, y los que no produjeron semilla volvieron a formar repollos pequeños.

#### 5.9.11. Cosecha de semilla:

La cosecha de la semilla se realizó cuando las silicuas presentaron una coloración café. Se efectuaron dos cortes, uno a mediados del mes de julio y el otro a mediados del mes de agosto de 1989. Se cosecharon las silicuas de cada planta en las parcelas netas. Debidamente identificadas en bolsas de papel craft, se pusieron a secar al sol por 15 días. Luego se procedió a obtener la semilla de las silicuas tratando de que ésta quedara limpia de basura, semilla de otros cultivos o piedras. Seguidamente se pesó el producto de las parcelas netas, para su posterior análisis estadístico.

La prueba de germinación para la semilla de los tratamientos que la produjeron, se realizó a finales de octubre de 1989. Esta prueba de germinación se efectuó en bandejas de plástico con suelo previamente desinfectado, se sembraron dos réplicas por tratamiento para obtener una mejor información.

A la cosecha se tomaron otros datos como: número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de 1000 semillas.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. PRODUCCION DE REPOLLO

Los quince tratamientos evaluados, estadísticamente son diferentes en cuanto a la producción de cabezas de repollo (cuadro A1 anexo). Los bajos rendimientos del tratamiento testigo hacen que al excluirlo del análisis, - el resto sean estadísticamente iguales (cuadro A2 anexo). Lo anterior se explica debido a que al tratamiento testigo no se le suministró fertilizante alguno.

La mayor producción en peso de cabezas se obtuvo con el tratamiento - de 107 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica, con este tratamiento se produjo 60,583 kg/ha de cabezas de repollo. El cuadro 6 muestra los diferentes tratamientos y el rendimiento obtenido en cada uno, observese la diferencia existente entre los tratamientos evaluados y el testigo, lo que indica que la fertilización con nitrógeno, fósforo y aplicación de cal dolomítica es necesaria para producir repollo bajo las condiciones ambientales en que se llevó a cabo el estudio.

Cuadro 6. Rendimiento de cabezas de repollo por tratamiento evaluado en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

	Tratamiento			Rendimiento kg/ha
	Nitrógeno	Fósforo	Cal Dolomítica	
	107	133	667	53541
	107	133	1333	58341
	107	179	667	45683
	107	179	1333	60583
	127	133	667	48666
	127	133	1333	54741
	127	179	667	56183
	127	179	1333	50083
	87	133	667	46541
	147	179	1333	50733
	107	87	667	53816
	127	225	1333	59333
	107	133	000	57025
	127	179	2000	53891
	000 (t.t.)	000	000	7825

t.t. = tratamiento testigo

Por la metodología de análisis utilizada en el estudio, al no existir diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados ( $2^k + 2k$  tratamientos), se recomiendan los niveles mínimos de cada factor estudiado, siendo estos 87 kg/ha de nitrógeno, 87 kg/ha de fósforo y sin aplicación de cal dolomítica. Estos resultados son similares a los obtenidos en estudios llevados a cabo por el Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en la serie de suelos Quetzaltenango en 1986 (8) .

## 6.2. PRODUCCION DE SEMILLA

La producción de semilla de repollo se evaluó en seis de los tratamientos, que fueron los que produjeron semilla. La respuesta en la producción y no producción de semilla en los tratamientos se observó en todas las repeticiones, por lo que es un efecto del tratamiento. Estas respuestas se explican sobre bases fisiológicas. Debido a que la emergencia y desarrollo de las yemas florales se basa en la existencia de sustancias de reserva, por que el repollo se cosecha, dejando únicamente parte del tallo y la raíz.

Con respecto a las sustancias de reserva, se reporta que la deficiencia de fósforo y calcio en el suelo provocan la acumulación de carbohidratos en el área foliar y disminución de éstos en los tallos y raíces (3).

Los tratamientos en los cuales se aplicó 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo , 1333 kg/ha de cal dolomítica y 127 kg/ha de nitrógeno, 133 kg/ha de fósforo, 667 kg/ha de cal dolomítica, produjeron los rendimientos más altos en producción de semilla, conformando así el primer grupo estadístico de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. El primero mencionado produjo 375 kg/ha de semilla y el segundo 289 kg/ha (cuadro 7) .

Existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos. El cuadro 7, muestra el rendimiento de semilla de los tratamientos evaluados y que produjeron semilla.

De acuerdo al cuadro 7, podemos notar que todos los niveles de nitrógeno en los que fué aplicado, se encuentran entre los tratamientos que produjeron semilla, pero su mayor frecuencia se muestra en la dosis

de 127 kg/ha, así como está incluida en los tres mejores tratamientos

Cuadro 7. Rendimiento de semilla (kg/ha) de repollo de los tratamientos que la produjeron con su prueba de Tukey; estudio realizado en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Nitrogeno	Tratamientos		Rendimiento ** kg/ha
	Kg/ha Fósforo	Cal Dolomítica	
127	179	1333	375 a
127	133	667	289 a
127	179	2000	196 b
147	179	1333	88 c
107	133	667	62 c
87	133	667	16 c

\*\* Rendimientos identificados con la misma letra no son estadísticamente diferentes al nivel 0.05 de probabilidad de error. W=17 kg/ha

En cuanto al fósforo, no se obtuvo respuesta en producción de semilla cuando se aplicaron los niveles mínimo y máximo evaluados (87 y 225 kg/ha de fósforo respectivamente).

Entre los tratamientos que produjeron semilla, se observa que los niveles altos de cal dolomítica requieren altos niveles de fósforo y viceversa. Este efecto se debe a que el calcio en cantidades altas inhibe la asimilación de fósforo y boro (4) .

Cuadro 8. Rendimiento de semilla (kg/ha) y su correlación entre número de silicuas por planta y número de semillas por silicuas

Nitrogeno	Tratamientos en kg/ha		Rendimiento kg/ha	No.silicuas por planta	No.semillas por silicua
	Fósforo	Cal Dolomítica			
127	179	1333	375	192	28
127	133	667	289	470	18
127	179	2000	196	426	20
147	149	1333	88	199	21
107	133	667	62	498	12
87	133	667	16	112	20

r= 0.13 r= 0.60

r= coeficiente de correlación.

En cuanto a la evaluación de componentes del rendimiento de semilla de repollo, el componente que tiene mayor relación con éste es el número de semillas por silicua, el cual presenta un coeficiente de correlación

ción de 0.6 (cuadro 8). El tratamiento en el cual se aplicaron 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica, presentó el mayor número de semillas por silicua (28 semillas/silicua), caracterizándose como el tratamiento que produjo más semilla (375 kg/ha de semilla).

En relación al porcentaje de germinación, tres de los tratamientos evaluados pueden considerarse adecuados (cuadro 9), tomando en cuenta de que en repollo se acepta como mínimo un 75% de germinación y como máximo un 85%. El tratamiento en el cual se aplicaron 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica presentó el mayor porcentaje de germinación (94%) considerándose el mejor. Cuando se aplicó 107 kg/ha de nitrógeno, 133 kg/ha de fósforo y 667 kg/ha de cal dolomítica se obtuvo el menor porcentaje de germinación (47%), debido a que fué el tratamiento que presentó el mayor número de silicuas por planta y el menor peso en gramos de 1000 semillas, parámetros que indican semillas pequeñas y de bajo peso. El cuadro 9, muestra el porcentaje de germinación, número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de 1000 semillas en los tratamientos evaluados que produjeron semilla.

Cuadro 9. Porcentaje de germinación, número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de 1000 semillas por tratamiento que produjo semilla en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Tratamientos Kg/ha			Germinación (%)	No. silicuas/ planta	No. semillas/ silicua	Peso 1000 semillas (g)
Nitrógeno	Fósforo	Cal Dolomítica				
127	179	1333	94	192	28	3.3
127	133	667	87	470	18	3.5
127	179	2000	72	426	20	3.8
147	179	1333	79	199	21	3.5
107	133	667	47	498	12	3.2
87	133	667	69	112	20	4.5

La mayor rentabilidad, incluyendo la producción de cabezas y semilla de repollo, se obtuvo con el tratamiento en el cual se aplicaron 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica, para este tratamiento la rentabilidad fué de 360%. En el segundo mejor tratamiento, en el cual se obtuvo 266% de rentabilidad, se aplicó 127 kg/ha de nitrógeno, 133 kg/ha de fósforo y 667 kg/ha de cal dolomítica,

manifestando una baja en el porcentaje de germinación respecto al primero (cuadro 9).

El tratamiento en el cual se aplicaron los niveles siguientes: 87 kg/ha de nitrógeno, 133 kg/ha de fósforo y 667 kg/ha de cal dolomítica, se obtuvo una rentabilidad negativa de -40%. En el cuadro A4 del anexo se pueden observar los costos de producción para los tratamientos que produjeron semilla, así mismo el resumen de éstos en el cuadro A5, también del anexo.

Con respecto al número de horas frío acumuladas por el cultivo de repollo para su floración, en el lugar de estudio se acumularon un total de 494.1 horas frío, determinadas por el promedio de los métodos de Da Mota y Weinberger. La acumulación de horas frío hace que el "florigen", receptor del estímulo floral induzca a la floración (4, 5).

## VII. CONCLUSIONES

1. En la producción comercial de repollo, según la metodología Plan Puebla I, no existe diferencia estadística entre los tratamientos generados por la matriz, considerando los niveles mínimos de cada factor estudiado como adecuados (87 kg/ha de nitrógeno y fósforo y 0 kg/ha de cal dolomítica).
2. De acuerdo al análisis de varianza para los tratamientos que produjeron semilla, existe diferencia estadística al 0.05 de probabilidad de error, considerando la aplicación de 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica en suelos de la serie Acasaguastlán de la aldea Quilenco, Chiantla, Huehuetenango como el mejor tratamiento para producir semilla de repollo después de cosechar la cabeza.
3. El tratamiento 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica reportó la mayor rentabilidad (360%) para la producción de semilla de repollo, incluyendo la producción comercial de cabezas.
4. De los tratamientos que produjeron semilla, tres de ellos se reportaron aceptables en cuanto al porcentaje de germinación (79, 87 y 94 %), considerando al tratamiento 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica como el mejor (94 % de germinación).
5. El componente del rendimiento que tiene mayor relación en la producción de semilla de repollo, para el caso del presente estudio, es el número de semillas por silicua.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. En suelos de la serie Acasaguastlán de la aldea Quilenco, Chiantla, Huehuetenango, para la producción comercial de cabezas de repollo, se recomienda aplicar 87 kg/ha de nitrógeno y 87 kg/ha de fósforo.
2. Para la producción de semilla de repollo por el método de semilla a semilla y bajo condiciones similares a las del presente estudio, se recomienda aplicar 127 kg/ha de nitrógeno, 179 kg/ha de fósforo y 1333 kg/ha de cal dolomítica.



IX. BIBLIOGRAFIA

1. BARRIENTOS G., M. 1980. La matriz experimental plan Puebla, para determinación de dosis óptima económica de capital limitado y dosis óptima económica de capital ilimitado en experimentos agrícolas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE PREINVERSION AGRICOLA (Gua.). 1986. Programa de producción de semillas de hortalizas. Guatemala. s.p.
3. DEVLIN, R. M. 1976. Fisiología vegetal. Trad. por Xavier Llimona Pagés. 3 ed. España, OMEGA. 517 p.
4. DOMINGUEZ VIVANCOS, A. 1984. Tratado de fertilización. España, Mundiprensa. 585 p.
5. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. SERVICIO DE INVESTIGACION AGRICOLA. Semillas. Trad. por Antonio Marino y Pánfilo Pagés. 5 ed. México, CECSA. 1020 p.
6. ESQUIVEL LOPEZ, J. R. 1988. Diagnóstico de las comunidades de Quilenco y Sibilá, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango. Diagnóstico EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 32 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1981. Guía técnica para la investigación agrícola. Guatemala. p. 1-24.
8. \_\_\_\_\_. 1987. Informe técnico 1986; presentación de resultados. Quetzaltenango, Guatemala. p. 97-108.
9. \_\_\_\_\_. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1973. Hoja cartográfica del municipio de Chiantla; hoja 1962 III. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
10. GUDIÉL, V. M. 1980. Manual agrícola Superb. 5 ed. Guatemala, Superb. 291 p.
11. HOLDRIDGE, L. R. 1959. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 19 p.
12. RODRIGUEZ SUPPO, F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. México, Editorial AGT. 157 p.
13. ROGERS, M. 1978. Vegetable seed. Estados Unidos, Garden Way Publishin. p. 66-67.
14. SIMMOS, C. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. M. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro - Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
15. VALADEZ LOPEZ, A. 1989. Producción de hortalizas. México, LIMUSA. 289 p.
16. WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H. 1987. Probabilidad y estadística para ingenieros. Trad. por Alfredo Díaz Mata, Ma. Dolores García y Hugo Villagozmez Velasquez. 3 ed. México, Interamericana. 733 p.

vo. Co.

*Petrucci*



A N E X O

Cuadro A1. Análisis de Varianza para el total de tratamientos evaluados en la producción de repollo en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	25513916	1275695 NS	2.07	3.34	5.45
Tratamientos	14	61133191	4795227 **	7.81	2.06	2.80
Error	28	17187153	6138269			
Total	44	8687173				

CV= Coeficiente de variación CV= 15.52 %  
 NS= No significativo al 0.01 de probabilidad  
 \*\*= Significancia al 0.01 de probabilidad

Cuadro A2. Análisis de Varianza para los tratamientos resultantes de la Matriz Experimental Plan Puebla, excluyendo al testigo, en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango. Producción de repollo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	26996455	13498227 NS	2.10	3.37	5.53
Tratamientos	13	84538493	65029610 NS	1.01	2.12	2.91
Error	26	16694454	64209438			
Total	41	27847949				

CV= Coeficiente de Variación CV= 14.97 %  
 NS= No significativo al 0.01 de probabilidad

Cuadro A3. Análisis de Varianza para los tratamientos que produjeron semilla de repollo en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	3024.06	1512.03 NS	1.45	4.10	7.56
Tratamientos	5	297199.75	59439.95 **	57.21	3.33	5.64
Error	10	10388.93	1038.89			
Total	17	310612.74				

CV= Coeficiente de Variación CV= 18.85 %  
 \*\*= Significancia al 0.01 de probabilidad  
 NS= No significativo al 0.01 de probabilidad

Cuadro A4. Costos de producción en quetzales/hectarea de la producción de semilla de repollo para los tratamientos que la produjeron en Quilínco, Chiantla, Huehuetenango.

Concepto	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6 ***
<b>I. COSTO</b>						
<b>1. Costos Directos</b>						
Mano de obra*						
- Levantado, desinfección y siembra semillero.	110.00					
- Preparación del suelo e incorpora- ción de la enmienda.	450.00					
- Trasplante.	340.00					
- Fertilización.	750.00					
- Limpias.	550.00					
- Control de plagas y enfermedades	300.00					
- Corte de repollo comercial	200.00					
- Picado, aflojado y deshidrado de -- troncos.	615.00					
- Corte de semilla de repollo.	450.00					
- Secado de semilla al sol.	100.00					
- Limpieza de semilla.	300.00					
- Insumos:						
- Semilla.	27.00					
- Fertilizante.	379.50					
- Insecticidas y fungicidas.	355.68					
Sub-Total:	4927.18	4,882.88	4,962.98	4,951.66	4,859.07	4,834.87
<b>2. Costos Indirectos:</b>						
- Prep. producto a la venta (repollo y semilla).	160.00					
- Transporte.	50.00					
- Control almacenamiento.	200.00					
- Admón. (10%) s/directos.	492.72					
- IGSS (2.5%/jornal).	104.13					
- Interés (12%) s/directos por 1 año	591.26					
- Arrendamiento de la tierra (por co- secha).	1400.00					
Sub-total:	2988.36	2,988.36	3,005.98	3,003.49	2,983.13	2,977.80
Costo Total:	7925.29	7,871.24	7,975.96	7,955.15	7,842.20	7,812.67
<b>II. INGRESO BRUTO (IB)</b>						
- Producc. repollo (bola)	3500.00	3,400.00	3,766.00	3,545.00	3,741.00	3,252.00
- Producc. semilla **	33000.00	25,434.54	17,249.72	7,744.74	5,456.54	1,408.14
<b>III. INGRESO NETO (IB-CT)</b>	28575.00	20,963.30	13,039.76	3,334.61	1,355.34	-3,152.53
<b>IV. RENTABILIDAD.</b>	3.6-360%	2.66-266%	1.6-160%	0.41-41%	0.17-17%	-0.4-40%

\* 1 jornal = Q.5.00 al día      \*\* 45.45 kg = Q.4,000.00

\*\*\* 1= 127-179-1333 kg/ha de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica

2= 127-133-667 " " " " " "

3= 127-179-2000 " " " " " "

4= 147-179-1333 " " " " " "

5= 107-133-667 " " " " " "

6= 87-133-667 " " " " " "

Cuadro A5. Cuadro resumen de costos de producción en quetzales por hectárea de la producción de semilla de repollo para — los tratamientos que la produjeron en Quilinco, Chiantla, Huehuetenango.

Concepto	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6 ***
I. COSTOS						
1. Costos Directos *						
Sub-total	4927.18	4882.88	4962.98	4951.66	4859.07	4834.87
2. Costos Indirectos						
Sub-total	2988.36	2988.36	3005.98	3003.49	2983.13	2977.80
COSTO TOTAL (CT)	7925.29	7871.24	7975.96	7975.15	7842.20	7812.67
II. INGRESO BRUTO (IB)						
Producción repollo	3500.00	3400.00	3766.00	3545.00	3741.00	3252.00
Producción semilla **	33000.00	25434.54	17249.72	7744.74	5456.54	1408.14
III. INGRESO NETO (IB-CT)	28575.00	20963.30	13039.76	9334.61	1355.35	-3152.53
IV. RENTABILIDAD	360%	266%	160%	41%	17%	-40%

\* 1 jornal Q.5.00 al día

\*\* 45.45 kg valen Q.4,000.00

\*\*\* 1= 127-179-1333 kg/ha de nitrógeno, fósforo y cal dolomítica  
 2= 127-133-667 " " " " " "  
 3= 127-179-2000 " " " " " "  
 4= 147-179-1333 " " " " " "  
 5= 107-133-667 " " " " " "  
 6= 87-133-667 " " " " " "

Cuadro A6. Rendimiento (kg/ha) de cabezas de repollo por tratamiento, repeticiones y promedio evaluado en Quilínco, Chiantla, - Huehuetenango.

Tratamientos kg/ha				Repeticiones kg/ha			Rendimiento medio kg/ha
Nitrógeno	Fósforo	Cal	Dolomítica	I	II	III	
107	133	667		56875	53250	50500	53541
107	133	1333		55775	65625	53625	58341
107	179	667		36950	50250	49750	45683
107	179	1333		65875	69250	46625	60583
127	133	667		50000	45625	50375	48666
127	133	1333		42625	58950	62650	54741
127	179	667		63550	53000	52000	56183
127	179	1333		61250	40500	48500	50083
87	133	667		46500	48750	44375	46541
147	179	1333		49250	55075	47875	50733
107	87	667		45250	66125	50075	53816
127	225	1333		51000	69500	57500	59333
107	133	0000		70175	58575	42325	57025
127	179	2000		53050	58625	50000	53891
000 (t)	000	000		6625	8700	8150	7825

t= testigo

Cuadro A7. Rendimiento de semilla de repollo de los tratamientos que la produjeron por repetición, expresado en kg/ha.

Tratamientos kg/ha				Repeticiones			Rendimiento medio kg/ha
Nitrógeno	Fósforo	Cal	Dolomítica	I	II	III	
127	179	1333		326	415	385	375
127	133	667		298	322	247	289
127	179	2000		185	247	155	196
147	179	1333		120	79	66	88
107	133	667		74	49	62	62
87	133	667		20	10	17	16



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y CAL DOLOMITICA EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE REPOLLO (Brassica oleracea var Capitata) EN LA ALDEA QUILINCO, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO ANTONIO FRANCO RIVERA.

CARNET: 78-10093

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingenieros José -- Chonay y Carlos Fernández.

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Efraín Medina  
ASESOR

Ing. Agr. Hugo A. Tobías  
DIRECTOR IN



IMP R I M A S E:

Ing. Agr. Aníbal Martínez  
DECANO



HAT/sler.