

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EVALUACION DEL EFECTO DE 16 DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CHILE CHOCOLATE
(*Capsicum* sp) EN EL VALLE CENTRAL DE GUATEMALA.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

RODERICO ANTONIO ESTRADA MUY

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, febrero de 1993

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRICULTURA

EVALUACION DEL EFECTO DE LAS DIFERENTES DESEMBRAS SOBRE EL

CRECIMIENTO Y REPRODUCCION EN EL CULTIVO DE CACAO EN

GUATEMALA EN EL VALLE CENTRAL DE GUATEMALA

1983

PRESENTADA A LA ILUSTRABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE

AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ROBERTO ANTONIO ESTRELA MUY

En el acto de investidura como

Magister en Agricultura

en

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRABO AGRICOLA DE

GUATEMALA

Guatemala, Guatemala 1983

PROGRAMA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

06
01
T(1463)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|--------------------|--|
| <i>DECANO:</i> | <i>Ing. Agr. Efraín Medina Guerra</i> |
| <i>VOCAL I:</i> | <i>Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales</i> |
| <i>VOCAL II:</i> | <i>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</i> |
| <i>VOCAL III:</i> | <i>Ing. Agr. Carlos Motta de Paz</i> |
| <i>VOCAL IV:</i> | <i>Br. Elías Raymundo Raymundo</i> |
| <i>VOCAL V:</i> | <i>Br. Juan Gerardo Marroquín</i> |
| <i>SECRETARIO:</i> | <i>Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy</i> |

10
11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. ALONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- DECANO: Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
- VOCAL I: Ing. Agr. Mynor Estrada Rosales
- VOCAL II: Ing. Agr. Waldemar Nudo Reyes
- VOCAL III: Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
- VOCAL IV: Sr. Elías Raymundo Raymundo
- VOCAL V: Sr. Juan Gerardo Marquín
- SECRETARIO: Ing. Agr. Marco Romillo Estrada Muy

Guatemala, 11 de febrero de 1993

Señores

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE 16 DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CHILE
CHOCOLATE (*Capsicum* sp) EN EL VALLE CENTRAL
DE GUATEMALA"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente.



Roderico Antonio Estrada Muy

ACTO QUE DEDICO

AL SEÑOR DE ESQUIPULAS

A MIS PADRES:

Salvador de Jesús Estrada García

Gabriela de Jesús Muy González

A MIS HERMANOS:

Rutilia, Salvador, Rosa, Hugo, Marco, Iris, Eva,

Francisco, Rudy, Brenda y Dina

A MIS ABUELOS:

Simeón Muy Parada y María García Salazar

A MI NOVIA:

Lorena Isabel Cardona Cardona

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS

A MIS CUÑADOS Y CUÑADAS

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA

*LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA*

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

EL INSTITUTO RAFAEL AQUECHE

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a mis asesores Ing. Agr. MC José Jesús Chonay Pantzay e Ing. Agr. MC Fernando Rodríguez Bracamonte, por su valiosa orientación en el desarrollo del presente trabajo de Tesis.

Al Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y a la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el apoyo económico brindado para la realización de la presente investigación.

A los compañeros de la Subárea de Métodos de Cuantificación e Investigación, por el apoyo manifestado durante el desarrollo del trabajo de Tesis.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta Tesis.

CONTENIDO

| | PAGINA |
|---|--------|
| CONTENIDO GENERAL | vii |
| INDICE DE FIGURAS | ix |
| INDICE DE CUADROS | x |
| RESUMEN | xii |
| 1 INTRODUCCION | 1 |
| 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 3 MARCO TEORICO | 3 |
| 3.1 MARCO CONCEPTUAL | |
| 3.1.1 Origen y diversidad genética y domesticación de <u>Capsicum</u> sp. | 3 |
| 3.1.2 Importancia del chile en Guatemala | 5 |
| 3.1.3 Descripción del Chile Chocolate (<u>Capsicum</u> sp.), Cultivar 424. | 7 |
| 3.1.4 Uso del arreglo en franjas para experimentos de espaciamiento. | 8 |
| 3.2 MARCO REFERENCIAL | |
| 3.2.1 Localización | 9 |
| 3.2.2 Clima y zona de vida | 10 |
| 3.2.3 Geomorfología | 10 |
| 3.2.4 Suelos | 11 |
| 4 OBJETIVOS | 13 |
| 5 HIPOTESIS | 13 |
| 6 METODOLOGIA | |
| 6.1 Tratamientos | 14 |
| 6.2 Diseño experimental | 14 |
| 6.3 Unidad experimental | 16 |
| 6.4 Variables de respuesta | 16 |
| 6.5 Manejo del experimento | |
| 6.5.1 Semillero | 17 |
| 6.5.2 Preparación del terreno | 18 |
| 6.5.3 Cuidados preliminares al trasplante | 18 |
| 6.5.4 Trasplante | 19 |
| 6.5.5 Fertilización | 19 |

| | |
|--|----|
| 6.5.6 Control de malezas | 20 |
| 6.5.7 Control de plagas y enfermedades | 20 |
| 6.5.8 Cosecha | 21 |
| 6.5.9 Secado | 21 |
| 6.6 Medición de las variables | |
| 6.6.1 Rendimiento de fruto seco | 22 |
| 6.6.2 Número de frutos por planta | 22 |
| 6.6.3 Altura de planta | 22 |
| 6.6.4 Diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas. | 23 |
| 6.7 Análisis estadístico de la información | 23 |
| 7 RESULTADOS Y DISCUSION | |
| 7.1 Rendimiento | 25 |
| 7.2 Variables de crecimiento | 33 |
| 8 CONCLUSIONES | 38 |
| 9 RECOMENDACIONES | 38 |
| 10 BIBLIOGRAFIA | 40 |
| 11 APENDICES | 42 |

INDICE DE FIGURAS

| | PAGINA |
|--|--------|
| 1. Respuesta en rendimiento de fruto seco del chile chocolate (<u>Capsicum</u> sp) a la interacción de la distancia entre surcos y plantas. | 28 |
| 2. Respuesta en número de frutos por planta del chile chocolate (<u>Capsicum</u> sp) a la interacción de la distancia entre surcos y plantas. | 33 |
| 3A Localización del área utilizada en el ensayo | 46 |
| 4A Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo. | 47 |

INDICE DE CUADROS

| | PAGINA |
|--|--------|
| 1. Composición bromatológica del chile chocolate, (<u>Capsicum</u> sp). | 6 |
| 2. Factores y niveles sometidos a evaluación. | 14 |
| 3. Descripción de los tratamientos evaluados. | 15 |
| 4. Análisis de varianza, rendimiento de fruto seco (kg/ha). | 25 |
| 5. Comparación múltiple de medias DMS para rendimiento de fruto seco (kg/ha). | 26 |
| 6. Coeficientes de correlación entre los efectos principales de los factores evaluados vrs. número de frutos por planta y rendimiento de fruto seco (kg/ha). | 29 |
| 7. Coeficientes de correlación entre las variables de respuesta medidas y el número de plantas por hectárea (densidad). | 30 |
| 8. Análisis de varianza, número de frutos por planta. | 30 |
| 9. Comparación múltiple de medias DMS para número de frutos por planta. | 31 |
| 10. Análisis de varianza, altura de planta. | 34 |
| 11. Análisis de varianza, diámetro de cobertura del follaje entre surcos. | 35 |
| 12. Análisis de varianza, diámetro de cobertura del follaje entre plantas. | 36 |

| | | |
|-----|--|----|
| 13A | Resultados del análisis químico de la muestra de suelo. | 43 |
| 14A | Resultados obtenidos con cada uno de los tratamientos sometidos a evaluación. | 43 |
| 15A | Cantidad de fertilizante aplicado por planta, con cada uno de los tratamientos. | 44 |
| 16A | Programa para realizar los análisis de varianza utilizando SAS . | 45 |
| 17A | Costo de producción para una hectárea de chile chocolate, distancia entre surcos 0.25 m y distancia entre plantas 0.25 m . | 48 |

"EVALUACION DEL EFECTO DE 16 DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CHILE CHOCOLATE (Capsicum sp) EN EL VALLE CENTRAL DE GUATEMALA"

"EVALUATION OF THE EFFECT OF 16 SOWING DISTANCES ON GROWING AND YIELD OF CHILE CHOCOLATE (Capsicum sp) CROP AT THE GUATEMALAN CENTRAL VALLEY"

RESUMEN

La presente investigación forma parte del proyecto "desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales", que impulsa el Instituto de Investigaciones Agronómicas y la Dirección General de Investigación. El objetivo fué evaluar el efecto de diez y seis distancias de siembra sobre el rendimiento de fruto seco, número de frutos por planta, altura de planta y diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas. Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo en franjas, en tres repeticiones. La franja A correspondió a la distancia entre surcos y la franja B a la distancia entre plantas, cada una con niveles 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0 m. A los valores de las variables de respuesta se les hizo análisis de varianza y, para rendimiento de fruto seco y número de frutos por planta, se realizó comparación múltiple de

medias utilizando DMS.

Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones en las que se desarrolló la investigación, las distancias de siembra entre surcos y entre plantas afectaron el rendimiento de fruto seco y el número de frutos por planta en el chile chocolate (Capsicum sp). Cuando se incluyó la distancia de siembra entre surcos de 0.25 m y entre plantas de 0.25 m, se produjo el rendimiento de fruto seco de 3,873.03 kg/ha, que fué el mejor con un nivel de significancia de 0.05.

Las distancias de siembra entre surcos y entre plantas no afectaron a la altura de planta ni al diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas, con un nivel de confianza de 0.95 .

1. INTRODUCCION

Guatemala es considerada como uno de los sitios de origen de la agricultura, asimismo, forma parte de la región mesoamericana, uno de los ocho núcleos mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas; por lo que, dentro de su territorio existe riqueza florística aprovechable.

El Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), colectó y caracterizó diversos cultivares de hortalizas tradicionales o nativas, por su morfología y características botánicas. Estas hortalizas son aquellas que el agricultor guatemalteco ha cultivado y que son básicas en su dieta alimentaria, como complemento nutricional o bien son de uso medicinal. Dentro de éste grupo de hortalizas se encuentran los chiles (Capsicum sp.).

Durante éste proceso se seleccionaron diez materiales de alta composición bromatológica y rendimiento, e iniciaron trabajos de investigación tendientes a incluir éstos dentro de un sistema de cultivo, entre los cuales podemos mencionar la acumulación de minerales en diferente estado fenológico. Sin embargo, para poder integrar estas especies que durante años han constituido parte de la dieta de la

población rural y urbana, a un sistema productivo agrícola es necesario establecer sus características agro-fisiológicas que definen las técnicas de cultivo a utilizarse, dentro de las cuales se encuentra la determinación de las distancias de siembra.

La presente investigación, evaluó 4 distancias de siembra entre surcos y entre plantas (0.25 m, 0.5 m, 0.75 m, 1.0 m), con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas en franjas y 3 repeticiones. Las variables de respuesta a evaluar debido al efecto de los arreglos de distanciamiento fueron: rendimiento de fruto seco (kg/ha), número de frutos por planta, altura de planta, diámetro de cobertura del follaje entre surcos y diámetro de cobertura del follaje entre plantas.

La investigación se desarrolló en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), durante el período comprendido de mayo a noviembre de 1992.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de investigaciones desarrolladas por el IIA de la Facultad de Agronomía de la USAC, varios cultivares de Capsicum sp. han sido caracterizados por sus características botánicas y bromatológicas, y de

ellas se seleccionaron diez materiales entre los cuales se encuentra el chile chocolate. Los resultados indican que además de ser un estimulante del apetito, es nutritivo, por su contenido de proteínas y vitaminas A y C.

El chile es consumido por un alto porcentaje de la población guatemalteca. Durante años ha formado parte de la dieta de la población; además, es materia prima para la agroindustria (productos enlatados).

Sin embargo, para poder integrar estos materiales a un sistema productivo es necesario conocer sus características agro-fisiológicas que definen las técnicas de cultivo a utilizarse. Dentro de éstas, destaca la determinación del distanciamiento de siembra entre surcos y plantas, lo cual dió origen al presente ensayo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Origen y diversidad genética y domesticación de Capsicum sp.

El chile es originario de América tropical, donde se ha cultivado desde tiempos muy remotos. Después del descubrimiento de América, se

difundió por el mundo. (3)

La alimentación de las diversas culturas de Mesoamérica estaba basada en maíz, frijol, calabazas y chile, considerándose a Mesoamérica como uno de los principales centros de domesticación del género Capsicum, en particular de la especie C. annum . (11)

Los chiles fueron plantas apreciadas entre los nativos y ocupan el segundo lugar, respecto del maíz.

El género Capsicum comprende especies conocidas a nivel mundial, dado al papel que juegan en la dieta alimenticia de varios países, en particular en latinoamérica, entre los cuales destacan México, Guatemala y Perú. (2)

Se considera que la mayor parte de los cultivares de chile se iniciaron a partir de diferentes especies silvestres, en diversas áreas en forma independiente. La domesticación de éste cultivo se realizó por frutos. Los frutos rojos, decíduos, erectos y pequeños en los tipos silvestres fueron sustituidos por frutos grandes a menudo en posición pendiente, no decíduos y con una variedad de colores en adición al rojo. Esto dió de hecho series paralelas de frutos producidos en varias especies cultivadas. (14)

La mayor parte de los chiles que se cultivan en el país pertenecen a la especie Capsicum annuum. En la reciente recolección de cultivos nativos de Guatemala llevada a cabo por docentes- investigadores de la Facultad de Agronomía de la USAC en conjunto con otras instituciones se colectaron 128 cultivares de chile en todo el país. Esto refleja el potencial genético expresado en diversidad que tiene el país. (2)

3.1.2 Importancia del chile en Guatemala.

Aunque el consumo de chile dulce es conocido en todo el país, éste se consume en mayor escala en las áreas urbanas. El chile picante, por el contrario es un condimento favorito en las áreas rurales. En algunas comunidades de Guatemala se le conoce como "IK" [Santiago Atitlán, Sololá; Poptún, Petén]. (15)

3.1.2.1 Importancia nutricional.

El chile contiene minerales, proteínas, vitaminas A y C, tiamina y riboflavina, cuando se consume en la dieta alimenticia no solo sirve para estimular el apetito, también aporta nutrientes. Durante las épocas de malas cosechas de maíz y frijol, es una alternativa como fuente de

energía, además el análisis bromatológico ha demostrado que el fruto conserva su alto valor nutritivo, como las vitaminas A y C. (8), como se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición bromatológica del Chile Chocolate (*Capsicum sp.*).

| Cenizas % | kcal/g | Fibra % | Carotenos U.I. | Mat. Seca % | Proteína % | Acido Ascorbico mg/100 g |
|-----------|--------|---------|----------------|-------------|------------|--------------------------|
| 7.8 | 6.0 | 15.7 | 24.4 | 76 | 14.4 | 1203.57 |

FUENTE: Avila Quiroa, J. E. (1)

3.1.2.2 Usos e industrialización.

Debido a la dieta maíz-frijol del guatemalteco, el chile resulta ser un ingrediente esencial en la alimentación. Se consume como hortaliza o deshidratada, como el caso del Chile Chocolate. En algunas localidades como San Andrés Itzapa, Chimaltenango se prepara una comida conocida como "cherepe", hecha a base de chile. En Alta Verapaz, el "kak-ik" es un plato típico preparado con chile.

Otra importancia del chile es su uso en la medicina. Forma parte de la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastro-intestinal y la úlcera. Los "Parches León", están cubiertos

por una capa de chile; estos son usados para el lumbago. (15)

En cuanto a la industrialización, a pesar de la diversidad de cultivares existentes, algunas especies han sido industrializadas, como: chile pimiento, dulce, serrano, chiltepe y jalapeño. Según sondeos realizados, otros cultivares que están en fase de estudio para su proceso industrial.

3.1.3 Descripción del chile chocolate (Capsicum sp.), cultivar 424.

Este cultivar fué colectado en 1983 en Omagua, Finca Bucaral, municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal, ubicada a Latitud 15°33'N y Longitud 88°33'O, a una altitud de 15 msnm. ^{1/}

Planta anual, pertenece a la familia Solanaceae. Los frutos maduros se deshidratan para su consumo o bien se muelen para convertirlo en polvo tal como se prepara y consume el chile cobanero; hábito erecto, pubescencia de los tallos y nudos abundante; tallos de color verde y nudos púrpura; pedicelo intermedio; cáliz dentado; corola blanca; anteras azules, filamento blanco; estigma exserto; ausencia de constricción anular en la unión del cáliz y el pedicelo; frutos en posición pendiente, inmaduro

¹ Archivo del Programa de Recursos Fitogenéticos de Guatemala. Facultad de Agronomía, USAC.

es color verde con ausencia de antocianinas, al alcanzar la madurez se tornan rojos y carece de antocianinas, forma elongada, base obtusa, ápice punteado y no presenta cuello en la base, picante, con periferia intermedia; semillas pajizas. Las dimensiones del fruto son: largo 0.085 m , ancho 0.013 m ; grosor del pericarpio 0.001 m . (15)

Alcanza una altura de planta de 0.55 m y un diámetro de follaje de 0.75 m. Florece a los 40 días y fructifica a los 85 días después del transplante. El diámetro aproximado de las semillas es de 0.35 cm. (10)

3.1.4 Uso del arreglo en franjas para experimentos de espaciamiento.

Lin y Morse (9) proponen un diseño no sistemático para la evaluación de distancias de siembra entre surcos y entre plantas, el cual permite que dicho espaciamiento pueda variar en dos dimensiones sobre un arreglo combinatorio, con un número constante de plantas por unidad experimental. Los efectos principales son confundidos con filas y columnas de un bloque rectangular, de tal manera que unidades experimentales de diferente tamaño y forma se ubiquen en una distribución compacta.

Reyes Castañeda (12) sugiere que en el proceso de arreglo y aleatorización de las unidades experimentales, para un diseño en bloques al azar con arreglo en franjas, se lleven a cabo los siguientes pasos:

- a) Dividir cada bloque en franjas.
- b) Sortear los niveles de cada factor en las franjas de cada bloque. Los factores son: distanciamiento entre surcos y distanciamiento entre plantas y los niveles hacen referencia a las modalidades de cada uno de los factores.
- c) En cada bloque se hace un sorteo independiente.

3.2 MARCO REFERENCIAL.

Las características del área experimental son:

3.2.1 Localización.

El Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está situado al sur de la ciudad capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12 y el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e

Hidrología (INSIVUMEH) (5), indica que está ubicado a 14°35'11" Latitud norte y 90°35'58" Longitud oeste, a una altitud media de 1,502 msnm, como se observa en la figura 3A.

3.2.2 Clima y zona de vida.

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000, publicado por el Instituto Nacional Forestal (7), la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical templado Bh-st.

Las condiciones climáticas registradas por INSIVUMEH (5) para el área de estudio son las siguientes:

- a) Precipitación media anual: 1,216.2 mm. distribuidos en 110 días, de mayo a octubre.
- b) Temperatura media anual: 18°C.
- c) Humedad relativa (media): 79%
- d) Insolación promedio: 6.65 horas/día
- e) Radiación: 0.33 cal/cm²/min.

3.2.3 Geomorfología.

De acuerdo con el INSIVUMEH (6), "el valle de Guatemala se puede definir como un recipiente de forma alargada constituido por dos cuencas hidrográficas drenadas hacia el norte y el sur, cuyo límite constituye localmente la divisoria continental de las aguas superficiales, de orientación NO-SE. Constituye una parte del altiplano de Guatemala, formando al norte de una cadena de conos volcánicos cuaternarios, un terreno de relieve moderado".

3.2.4 Suelos.

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO citado en el perfil ambiental de Guatemala (16), los suelos del área experimental se clasifican como Cambisoles. Simmons, Tarano y Pinto (14) lo clasifican en "Serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 0.3 a 0.5 m de espesor; su suelo subsuperficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso, friable, de 0.5 a 0.6 m de espesor. El declive dominante es de 0 - 2%, el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de

humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica".

Cordón (4), menciona que el área donde se ubica el ensayo posee una pendiente de 4% en dirección sur; levemente erosionado, profundo, alta capacidad de retención de humedad y presenta problemas de drenaje. Es un suelo de adecuada fertilidad potencial y por su capacidad de uso de la tierra corresponde a la clase III_d.²

² _d = exceso de humedad, mal drenaje o inundación.

4. OBJETIVOS

- 4.1 Evaluar el efecto de diez y seis distancias de siembra sobre el rendimiento en el cultivo de chile chocolate (Capsicum sp).
- 4.2 Evaluar el efecto de diez y seis distancias de siembra sobre la altura de planta, el diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas en el cultivo de chile chocolate (Capsicum sp).

5. HIPOTESIS

- 5.1 Existe al menos un distanciamiento de siembra que produce diferencias sobre el rendimiento en el cultivo de chile chocolate (Capsicum sp).
- 5.2 Los distanciamientos de siembra entre surcos y entre plantas afectan a la altura de planta, el diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas del chile chocolate.

6. METODOLOGIA

6.1 TRATAMIENTOS.

Se partió del informe final del proyecto "Caracterización y Evaluación Preliminar de Algunos Cultivos Nativos de Guatemala" (15), en el cual se estimó un diámetro foliar medio de 0.75 m . Este, se multiplicó por los factores 0.50, 0.75, 1.00 y 1.25, determinándose las distancias entre y dentro de surcos de: 0.25, 0.5, 0.75 y 1.00 m . Estas distancias mediante un arreglo combinatorio determinan un total de 16 tratamientos, los cuales se detallan en los cuadros 2 y 3 y en la figura 4A.

Cuadro 2. Factores y niveles sometidos a evaluación.

| FACTOR/NIVELES | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|------|------|------|-----|
| Distancia entre surcos m (A) | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.0 |
| Distancia entre plantas m (B) | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.0 |

6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Debido a que existía un gradiente en el terreno, en sentido Norte-Sur, se utilizó un diseño en bloques al azar con un arreglo de parcelas en franjas, con 3 repeticiones.

CUADRO 3. Descripción de los tratamientos evaluados.

| Tratamiento | Distancia Entre surcos m | Distancia entre plantas m | Parcela bruta m ² | Plantas por hectárea | Parcela neta m ² |
|-------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| A1B1 | 0.25m | 0.25m | 1.25 | 160000 | 0.375 |
| A1B2 | 0.25 | 0.50 | 2.50 | 80000 | 0.75 |
| A1B3 | 0.25 | 0.75 | 3.75 | 53333 | 1.125 |
| A1B4 | 0.25 | 1.00 | 5.00 | 40000 | 1.50 |
| A2B1 | 0.50 | 0.25 | 2.50 | 80000 | 0.75 |
| A2B2 | 0.50 | 0.50 | 5.00 | 40000 | 1.50 |
| A2B3 | 0.50 | 0.75 | 7.50 | 26667 | 2.25 |
| A2B4 | 0.50 | 1.00 | 10.00 | 20000 | 3.00 |
| A3B1 | 0.75 | 0.25 | 3.75 | 53333 | 1.125 |
| A3B2 | 0.75 | 0.50 | 7.50 | 26667 | 2.25 |
| A3B3 | 0.75 | 0.75 | 11.25 | 17778 | 3.375 |
| A3B4 | 0.75 | 1.00 | 15.00 | 13333 | 4.50 |
| A4B1 | 1.00 | 0.25 | 5.00 | 40000 | 1.50 |
| A4B2 | 1.00 | 0.50 | 10.00 | 20000 | 3.00 |
| A4B3 | 1.00 | 0.75 | 15.00 | 13333 | 4.50 |
| A4B4 | 1.00 | 1.00 | 20.00 | 10000 | 6.00 |

El modelo estadístico que sirvió de base para efectuar los análisis de varianza de las variables evaluadas es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + (\alpha\beta)_{ik} + \tau_j + (\tau\beta)_{jk} + (\alpha\tau)_{ij} + (\alpha\tau\beta)_{ijk}$$

En donde:

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

μ = Valor de la media general

β_k = Efecto del k -ésimo bloque

α_i = Efecto de la i -ésima distancia entre surcos

$(\alpha\beta)_{ik}$ = Error A

τ_j = Efecto de la j -ésima distancia entre plantas

$(\tau\beta)_{jk}$ = Error B

$(\alpha\tau)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la i -ésima distancia entre surcos y la j -ésima distancia entre plantas.

$(\alpha\tau\beta)_{ijk}$ = Error C

6.3 UNIDAD EXPERIMENTAL.

La unidad experimental estuvo conformada por treinta plantas, delimitándose una unidad de muestreo de doce plantas. Se trazaron seis surcos con cinco plantas dentro de cada surco, que se detalla en la figura

4A.

El área total por bloque fué de 125 m^2 ; distancia entre bloques de

1.5 m y el área total del experimento de 405 m^2 .

6.4 VARIABLES DE RESPUESTA.

6.4.1 Rendimiento.

Para cuantificar el rendimiento, se midió el rendimiento de fruto secado en horno de convección, a $52 \text{ }^\circ\text{C}$ por 48 horas, en kilogramos por

hectárea.

Asimismo, se midió el número de frutos por planta.

6.4.2 Variables de crecimiento.

En este rubro, se midió la altura de planta, el diámetro de cobertura del follaje entre surcos y el diámetro de cobertura del follaje entre plantas, expresadas en metros.

6.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

6.5.1 Semillero.

Se tomó en consideración el área a sembrar y se preparó un semillero de 7 m de largo x 1.20 m de ancho x 0.20 m de alto, ubicado cerca del terreno donde se realizó la investigación.

Para contrarrestar el ataque de hongos, nemátodos e insectos, se desinfectó con Bromuro de Metilo, aplicando 0.045 kg/m^2 , se cubrió con nylon grueso oscuro y a los ocho días se procedió a destaparlo para airear el suelo.

La siembra se efectuó en surcos a lo ancho del tablón, con una distancia de 10 cm entre los mismos y a una profundidad de 1 cm. Se

hicieron las aplicaciones de riego cuando fueron necesarias.

El semillero se fertilizó con 0.5 kg de 15-15-15/m² al momento de la siembra.

Se hicieron aspersiones de Metamidophos para controlar plagas de lepidópteros que se presentaron. De la misma manera, se aplicó Penta Cloro Nitro Benceno (PCNB) para controlar el mal del talluelo (Rhizoctonia sp).

6.5.2 Preparación del terreno.

Se realizó un paso de arado y dos pasos de rastra con el objetivo de que el suelo quedara bien mullido (suelto y uniforme). Seguidamente se procedió al trazo de surcos en dirección Este-Oeste, en forma transversal a la pendiente, y a la delimitación de unidades experimentales, de acuerdo con el diseño experimental propuesto.

6.5.3 Cuidados preliminares al trasplante.

Cinco días antes del trasplante se suspendió el riego con el fin de endurecer a las plántulas.

El día del trasplante se aplicaron dos riegos: el primero 6 horas antes

de extraer las plántulas y el segundo antes de la extracción. Esto se hizo con el objetivo de facilitar esta labor y principalmente, para evitar el desgarre de las raíces.

En el terreno que constituyó el campo definitivo, se hicieron agujeros en los sitios correspondientes a planta, de acuerdo con el esquema mostrado en la figura 4A.

6.5.4 Trasplante.

Esta actividad se realizó por la tarde, cuando la planta poseía cuatro hojas verdaderas. Previamente se aplicó riego, de tal manera que el suelo estuviera húmedo al momento del trasplante. Finalizada ésta actividad se aplicó otro riego de tal forma que las plantas contaran con suficiente humedad en el suelo y pudieran adaptarse a su nuevo ambiente.

Las distancias de siembra entre y dentro de surcos dependieron de los distintos tratamientos evaluados, descritos en el cuadro 3 y figura 4A.

6.5.5 Fertilización.

Se efectuó un muestreo de suelo para su análisis químico, con fines de fertilización en el área destinada para el montaje de la presente

investigación. El resultado del análisis de laboratorio se encuentra en el cuadro 13A.

Se tomó en cuenta el mismo y se recomendó aplicar 30 kg de Nitrógeno/ha en dos épocas: al momento del transplante y veinte días posterior a la primera aplicación. De la misma manera, se recomendó aplicar 30 kg de P_2O_5 /ha al momento del transplante.

Debido a que el arreglo en franjas conlleva el establecimiento de unidades experimentales de distinto tamaño, fué necesario calcular la cantidad de fertilizante a aplicar por planta, para cada uno de los tratamientos; los resultados se detallan en el cuadro 15A.

6.5.6 Control de malezas.

Esta actividad se realizó en forma mecánica y manual. Se efectuaron 3 limpiezas para evitar la competencia de las malezas con el cultivo. La primera se realizó 15 días después del transplante, la segunda y tercera estuvieron distanciadas 20 días de la anterior, aproximadamente.

6.5.7 Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas de lepidópteros se hicieron aplicaciones de

Metamidophos, con intervalo de ocho días, iniciando la primera aplicación a los ocho días después del trasplante y finalizaron quince días antes del primer corte. La dosis utilizada fué de 1 litro/ha.

Para prevenir enfermedades fungosas, se hicieron aspersiones de Mancozeb a cada 15 días, en dosis de 1.5 kg de producto comercial por hectárea.

Al inicio de la fructificación se detectó la presencia del Piçudo del Chile (Antonomus eugenii), por lo que se hicieron tres aplicaciones nocturnas de Metil Paratión para controlarlo. Esta actividad se coordinó con estudiantes que poseían una plantación de chile pimiento en las cercanías del ensayo. La dosis utilizada fué de 1 litro/ha.

6.5.8 Cosecha.

La cosecha se efectuó en forma manual dentro de las parcelas netas, cuando los frutos alcanzaron un color rojo, por la madurez fisiológica. Se efectuaron 3 cortes, en 20 días.

6.5.9 Secado.

El secado de los frutos se efectuó en un horno de convección Fisher

Scientific^R, modelo 630G a 52 °C por un período de 48 horas.

6.6 MEDICION DE LAS VARIABLES.

6.6.1 Rendimiento de fruto seco (kg/ha).

Esta variable se midió al final del ciclo, mediante el pesado de los frutos secos obtenidos en cada una de las parcelas netas, en cada uno de

los cortes.

Al inicio de la fructificación se detectó la presencia de

6.6.2 Número de frutos por planta.

Se seleccionaron tres plantas de la unidad de muestreo mediante sorteo y se etiquetaron. En cada uno de los cortes se contó el número de frutos de cada una de las mismas y se registró en la hoja de toma de datos. Al finalizar la cosecha, se obtuvo el total de frutos producidos por cada una de las plantas etiquetadas, y se calculó la media aritmética como medida representativa.

6.6.3 Altura de planta (m).

Se midió esta variable utilizando las tres plantas etiquetadas en la unidad de muestreo.

La altura se consideró desde el primer nudo hasta el ápice terminal de la planta.

6.6.4 Diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas (m).

Estas variables de crecimiento se midieron en las plantas etiquetadas en la unidad de muestreo.

Debido a la forma de las plantas, el diámetro se midió a la altura de la parte media del tallo principal.

6.7 ANALISIS ESTADISTICO DE LA INFORMACION.

Se realizaron análisis de varianza de acuerdo con el modelo estadístico descrito en el inciso 6.2 , con un nivel de confianza de 95%, para cada una de las variables.

Cuando existieron diferencias significativas entre los niveles de los factores en forma individual , ó en su interacción , se procedió a efectuar una comparación múltiple con el estadístico de la diferencia mínima significativa (DMS).

Se realizaron análisis de correlación entre las variables de respuesta medidas, con el fin de determinar el grado de asociación entre las mismas, utilizando un nivel de significancia de 0.05 .

6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.

Se realizaron análisis de varianzas de acuerdo con el modelo estadístico descrito en el inciso 6.2 , con un nivel de confianza de 95% para cada una de las variables. Cuando existieron diferencias significativas entre los niveles de los factores en forma individual , ó en su interacción , se procedió a efectuar una comparación múltiple con el estadístico de la diferencia mínima significativa (DMS).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 RENDIMIENTO

Con base en los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo del ensayo y que se presentan en el Cuadro 14A, se realizó el análisis de varianza para rendimiento de fruto seco (kg/ha), cuyo resumen se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de fruto seco (kg/ha).

| Fv | Gl | Cm | Fc | Pr > F |
|-----------|----|-----------|-----------|--------|
| Bloques | 2 | 88903.9 | | |
| A | 3 | 6552960.9 | 333.45 ** | 0.0001 |
| Error (a) | 6 | 19652.0 | | |
| B | 3 | 2844190.5 | 628.2 ** | 0.0001 |
| Error (b) | 6 | 4527.5 | | |
| AB | 9 | 1235183.7 | 216.14 ** | 0.0001 |
| Error (c) | 18 | 5714.7 | | |
| Total | 47 | | | |

**** Existen diferencias altamente significativas, $\alpha = 0.01$**

CV = 11%

Los resultados evidencian diferencias significativas entre los distanciamientos de siembra entre surcos, entre plantas, así como para la interacción.

La comparación múltiple de medias diferencia mínima significativa

(DMS), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 5, determinó que el tratamiento que incluyó una distancia de siembra de 0.25 m entre surcos y 0.25 m entre plantas fué estadísticamente diferente a los demás y produjo el rendimiento de fruto seco más alto, no obstante haber recibido la menor cantidad de fertilizante por planta. Se acepta la hipótesis planteada al respecto.

Cuadro 5. Comparación múltiple de medias DMS para rendimiento de fruto seco (kg/ha).

| Tratamiento | g P ₂ O ₅ /pl | g N/pl | P. seco kg/ha | $\alpha = 0.05$ |
|-------------|-------------------------------------|--------|---------------|-----------------|
| A1B1 | 0.2 | 0.2 | 3873.03 | a |
| A1B2 | 0.38 | 0.38 | 1731.87 | b |
| A1B3 | 0.56 | 0.56 | 913.62 | b c |
| A2B1 | 0.38 | 0.38 | 756.94 | b c |
| A1B4 | 0.75 | 0.75 | 710.90 | b c |
| A2B2 | 0.75 | 0.75 | 549.95 | c |
| A3B1 | 0.56 | 0.56 | 471.60 | c |
| A4B1 | 0.75 | 0.75 | 468.26 | c |
| A2B3 | 1.12 | 1.12 | 309.79 | c |
| A3B2 | 1.12 | 1.12 | 303.49 | c |
| A2B4 | 1.5 | 1.5 | 300.73 | c |
| A4B2 | 1.5 | 1.5 | 298.27 | c |
| A3B4 | 2.3 | 2.3 | 230.26 | c |
| A3B3 | 1.7 | 1.7 | 185.58 | c |
| A4B3 | 2.3 | 2.3 | 143.49 | c |
| A4B4 | 3.0 | 3.0 | 93.03 | c |

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales, $\alpha = 0.05$

Los rendimientos obtenidos tienen una tendencia general a disminuir cuando las distancias entre surcos y plantas son más abiertas. Esto puede constatarse en el cuadro 14A y figura 1.

Debido al arreglo en franjas, utilizado para experimentos que persiguen la determinación de distancias de siembra entre surcos y entre plantas, y al establecimiento de un número constante de plantas por unidad experimental, se originaron distintos tamaños de parcela. Por lo consiguiente, el cálculo del fertilizante a aplicar por planta que se menciona en el inciso 6.5.5 se hizo para cada tratamiento, y se ilustra en el cuadro 15A.

Para distancias entre surcos y plantas más abiertas, la dosis aplicada por planta es relativamente mayor.

El tratamiento que produjo el rendimiento de fruto seco de 3,873.03 kg/ha, con la menor distancia entre surcos y distancia entre plantas evaluada, recibió 0.2 g de Nitrógeno y 0.2 g de P_2O_5 por planta.

Debe tomarse en cuenta que el requerimiento de nutrientes mayores N y P para el cultivo de chile chocolate es inferior, comparado con otras especies de la familia solanaceae.

El análisis de correlación, cuyo resumen se ubica en el cuadro 6, muestra que el rendimiento de fruto seco está asociado en forma

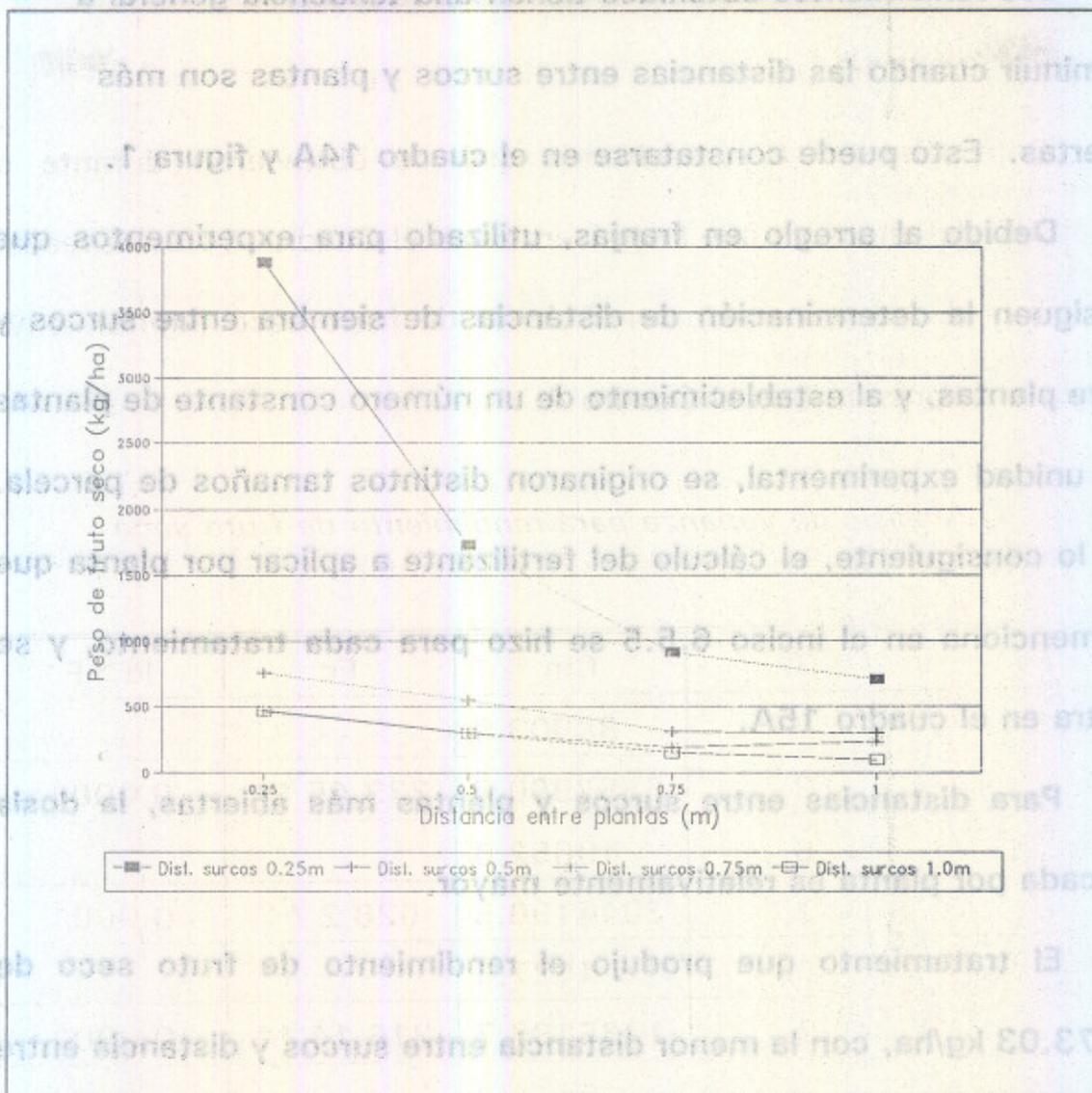


Figura 1. Respuesta en rendimiento de fruto seco del chile chocolate (*Capsicum* sp.) a la interacción de la distancia entre surcos y plantas.

inversa con la distancia entre surcos y la distancia entre plantas, lo cual ilustra el por qué del comportamiento decreciente descrito.

Por aparte, estas diferencias en rendimiento entre tratamientos eran de esperarse, puesto que al incrementar las distancias de siembra entre surcos y entre plantas, disminuye la población de plantas por

unidad de superficie (densidad) y por ende el rendimiento. Esta relación es apoyada por los resultados del análisis de correlación efectuado, cuyo resumen se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación entre los efectos principales de los factores evaluados vs. número de frutos por planta y peso de fruto seco.

| | Peso seco | No. de frutos/planta |
|-------------------------|-----------|----------------------|
| Distancia entre surcos | -0.85 | -0.88 |
| Distancia entre plantas | -0.93 | -0.8 |

En cuanto a la variable número de frutos por planta, el análisis de varianza efectuado evidenció diferencias altamente significativas entre los niveles de cada uno de los factores estudiados, así como para la interacción. El resumen del mismo se muestra en el Cuadro 8.

Mediante la comparación múltiple de medias, utilizando la diferencia mínima significativa, se pudo determinar que el mejor tratamiento, al igual que para la variable rendimiento de fruto seco, fué el que incluyó una distancia entre surcos de 0.25 metros y entre plantas de 0.25 metros, pues obtuvo el número más alto de frutos por planta y fué estadísticamente diferente al resto de tratamientos evaluados. Ver Cuadro 9

Cuadro 7 Coeficientes de correlación entre las variables de respuesta medidas y el número de plantas por hectárea.

| | Frutos | PS | Densidad | Altura | Dcpl | Dcsu |
|----------|--------|------|----------|--------|------|------|
| Frutos | - | 0.93 | 0.94 | 0.12 | 0.22 | 0.17 |
| PS | | - | 0.95 | 0.14 | 0.28 | 0.16 |
| Densidad | | | - | 0.39 | 0.27 | 0.21 |
| Altura | | | | - | 0.5 | 0.57 |
| Dcpl | | | | | - | 0.88 |
| Dcsu | | | | | | - |

Frutos = Número de frutos por planta

PS = Peso de fruto seco (kg/ha)

Altura = Altura de planta (m)

Dcpl = Diámetro de cobertura del follaje entre plantas (m)

Dcsu = Diámetro de cobertura del follaje entre surcos (m)

Densidad = Número de plantas por hectárea

Cuadro 8. Análisis de varianza para número de frutos por planta.

| Fv | Gl | Cm | Fc | Pr > F |
|-----------|----|--------|----------|--------|
| Bloques | 2 | 7.31 | | |
| A | 3 | 409.97 | 90.96 ** | 0.0001 |
| Error (a) | 6 | 4.51 | | |
| B | 3 | 153.13 | 63.18 ** | 0.0001 |
| Error (b) | 6 | 2.42 | | |
| AB | 9 | 46.43 | 34.17 ** | 0.0001 |
| Error (c) | 18 | 1.36 | | |
| Total | 47 | | | |

** Existen diferencias altamente significativas, $\alpha = 0.01$

$$CV = 7.5\%$$

Cuadro 9. Comparación múltiple de medias DMS para número de frutos por planta.

| Tratamiento | g P ₂ O ₅ /pl | g N/pl | Frutos/planta | $\alpha=0.05$ |
|-------------|-------------------------------------|--------|---------------|---------------|
| A1B1 | 0.2 | 0.2 | 37 | a |
| A2B1 | 0.38 | 0.38 | 22 | b |
| A1B3 | 0.56 | 0.56 | 21 | b |
| A1B2 | 0.38 | 0.38 | 19 | b c |
| A1B4 | 0.75 | 0.75 | 19 | b c |
| A2B2 | 0.75 | 0.75 | 13 | c d |
| A4B1 | 0.75 | 0.75 | 13 | c d |
| A2B4 | 1.5 | 1.5 | 12 | c d |
| A3B1 | 0.56 | 0.56 | 12 | c d |
| A3B4 | 2.3 | 2.3 | 12 | c d |
| A4B2 | 1.5 | 1.5 | 12 | c d |
| A4B3 | 2.3 | 2.3 | 12 | c d |
| A3B2 | 1.12 | 1.12 | 11 | d |
| A2B3 | 1.12 | 1.12 | 11 | d |
| A3B3 | 1.7 | 1.7 | 11 | d |
| A4B4 | 3.0 | 3.0 | 11 | d |

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales, $\alpha = 0.05$

El comportamiento similar de las variables número de frutos por planta y rendimiento de fruto seco se explica por el hecho de existir una fuerte asociación entre las mismas, lo cual se evidencia en los

resultados del análisis de correlación que se encuentran en el cuadro 7.

La asociación es directa, por lo que al incrementar el número de frutos por planta, el rendimiento en peso seco también se ve incrementado.

De la misma manera, el chile chocolate (Capsicum sp) evidenció que se adapta a altas densidades de siembra, pues la distancia entre surcos de 0.25 metros y entre plantas de 0.25 metros conllevó la densidad de siembra más alta (160,000 plantas/hectárea) y fué la que produjo el número de frutos por planta más alto. A la vez, cabe destacar que existió un buen aprovechamiento del fertilizante aplicado puesto que el tratamiento mencionado recibió la menor cantidad de P_2O_5 y N por planta, de acuerdo al arreglo en franjas utilizado.

El resultado del análisis de correlación que se muestra en el cuadro 7, confirma la tendencia existente de que al disminuir las distancias entre surcos ó entre plantas, el número de frutos por planta se incrementa ya que los coeficientes de correlación (r) son negativos y altos. Esta relación puede observarse en la figura 2.

En cuanto a la cantidad de fertilizante aplicado por planta con cada uno de los tratamientos que se detalla en el cuadro 15A, puede constatarse que al tratamiento que produjo 37 frutos por planta se le aplicó 0.2 g de Nitrógeno y 0.2 g de P_2O_5 .

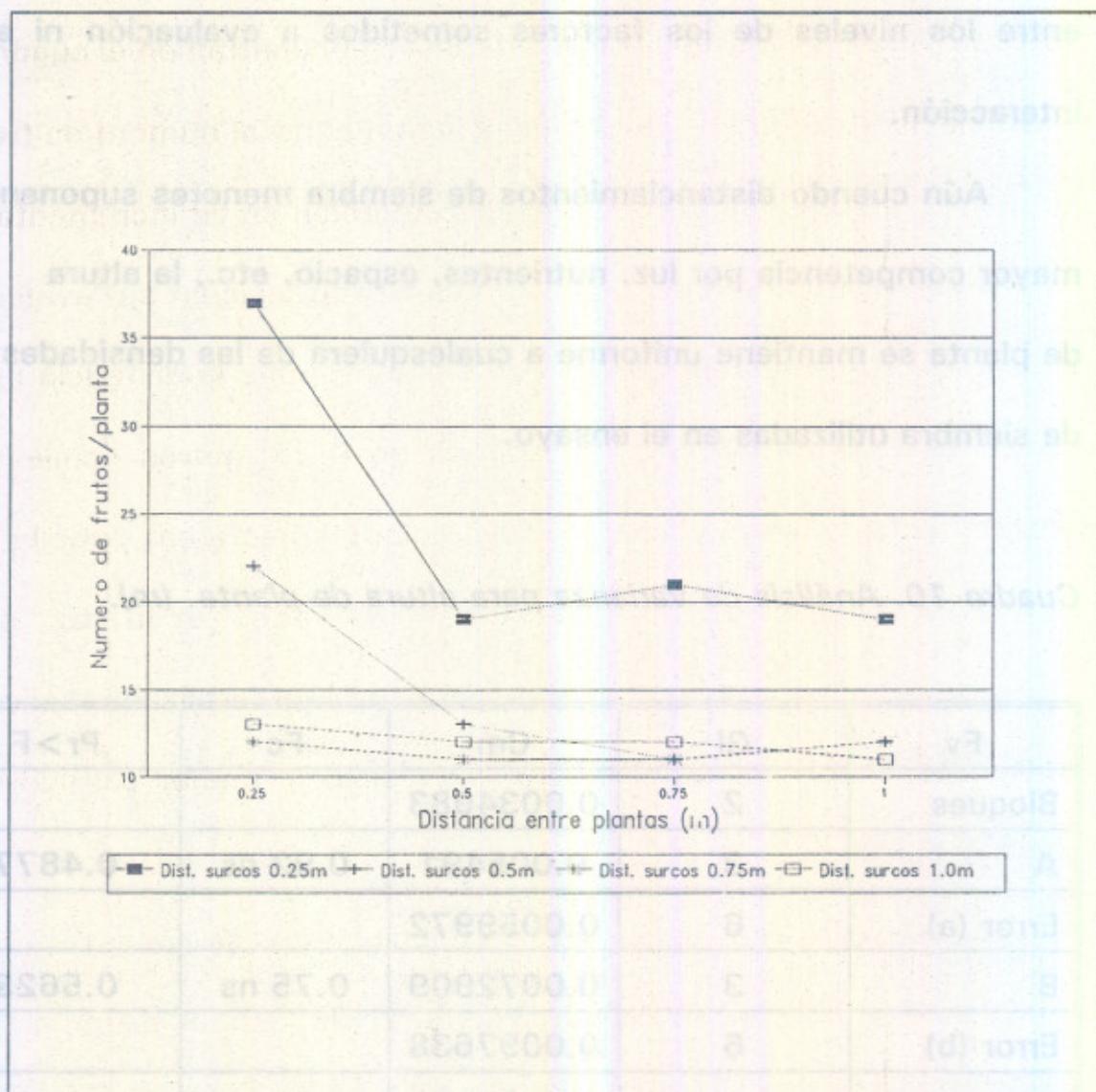


Figura 2. Respuesta en número de frutos por planta del chile chocolate (*Capsicum* sp) a la interacción de la distancia entre surcos y plantas.

7.2 VARIABLES DE CRECIMIENTO

En el cuadro 10, se presentan los resultados del análisis de varianza para altura de planta. En el mismo, se determinó que la altura de planta no es afectada por los distanciamientos de siembra entre surcos y entre plantas, ya que no existieron diferencias significativas

entre los niveles de los factores sometidos a evaluación ni en la interacción.

Aún cuando distanciamientos de siembra menores suponen una mayor competencia por luz, nutrientes, espacio, etc., la altura de planta se mantiene uniforme a cualesquiera de las densidades de siembra utilizadas en el ensayo.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de planta (m).

| Fv | Gl | Cm | Fc | Pr > F |
|-----------|----|-----------|---------|--------|
| Bloques | 2 | 0.0034083 | | |
| A | 3 | 0.005491 | 0.92 ns | 0.4877 |
| Error (a) | 6 | 0.0059972 | | |
| B | 3 | 0.0072909 | 0.75 ns | 0.5625 |
| Error (b) | 6 | 0.0097638 | | |
| AB | 9 | 0.0051483 | 1.35 ns | 0.2805 |
| Error (c) | 18 | 0.0038157 | | |
| Total | 47 | | | |

ns = No existen diferencias significativas, $\alpha = 0.05$

CV = 16%

Del mismo modo, este comportamiento uniforme se corrobora en el análisis de correlación efectuado, donde se determinó que no existe asociación entre altura de planta y las variables de rendimiento

medidas, ya que los coeficientes de correlación son muy bajos, tal como se observa en el cuadro 7.

Con respecto al diámetro de cobertura del follaje entre surcos, los resultados del análisis de varianza que se presentan en el cuadro 11, evidencian que no existieron diferencias significativas entre los niveles de los factores evaluados ni en la interacción. Esto conlleva a afirmar que bajo cualesquiera de los distanciamientos de siembra evaluados el comportamiento de dicha variable de crecimiento vegetativo será similar. El aprovechamiento de las condiciones de luz, espacio, nutrientes y agua principalmente fué efectuado en forma similar por las plantas de chile chocolate bajo las densidades de siembra utilizadas.

Cuadro 11. Análisis de varianza para diámetro de cobertura del follaje entre surcos (m).

| Fv | Gl | Cm | Fc | Pr > F |
|-----------|----|-----------|---------|--------|
| Bloques | 2 | 0.0404687 | | |
| A | 3 | 0.0165722 | 1.83 ns | 0.2414 |
| Error (a) | 6 | 0.009033 | | |
| B | 3 | 0.0068833 | 1.03 ns | 0.4433 |
| Error (b) | 6 | 0.0066771 | | |
| AB | 9 | 0.0119074 | 1.64 ns | 0.2269 |
| Error (c) | 18 | 0.003271 | | |
| Total | 47 | | | |

ns = No existen diferencias significativas, $\alpha = 0.05$

$CV = 12\%$

En cuanto a la tercera variable de crecimiento medida, diámetro de cobertura del follaje entre plantas, los resultados del análisis de varianza fueron similares a los anteriores. En el cuadro 12, puede observarse que no existieron diferencias significativas entre los niveles de los factores ni para la interacción, lo cual implica que bajo cualquiera de los distanciamientos de siembra utilizados en el ensayo, el diámetro de cobertura del follaje fué estadísticamente igual.

Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de cobertura del follaje entre plantas (m).

| Fv | Gl | Cm | Fc | Pr>F |
|-----------|----|-----------|---------|--------|
| Bloques | 2 | 0.0302645 | | |
| A | 3 | 0.0253243 | 3.31 ns | 0.0989 |
| Error (a) | 6 | 0.0076535 | | |
| B | 3 | 0.0037965 | 0.42 ns | 0.7438 |
| Error (b) | 6 | 0.0089840 | | |
| AB | 9 | 0.0075576 | 2.01 ns | 0.0984 |
| Error (c) | 18 | 0.0037506 | | |
| Total | 47 | | | |

ns = No existen diferencias significativas, $\alpha = 0.05$

$CV = 14\%$

En resumen, la distancia de siembra entre surcos y entre plantas no afectó significativamente las variables de crecimiento vegetativo

medidas, por lo que se rechaza la hipótesis planteada para el efecto. Esto indica que el chile chocolate (Capsicum sp) posee buena capacidad de adaptación a altas densidades de siembra, en donde existe una mayor competencia por luz, espacio, nutrientes y agua principalmente.

Debido a su capacidad de adaptación a altas densidades de siembra, el análisis de correlación entre las variables de crecimiento y las variables de rendimiento medidas (cuadro 7), determinó que no existe asociación entre las mismas, ya que al utilizar distanciamientos de siembra menores se incrementa el número de plantas por hectárea (densidad), provocando que el rendimiento en fruto seco sea mayor, no así la altura de planta, diámetro de cobertura del follaje entre surcos y entre plantas que permanece uniforme.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente ensayo, se generaron las siguientes conclusiones:

1. Las distancias de siembra entre surcos y entre plantas afectaron el rendimiento de fruto seco y el número de frutos por planta en el chile chocolate (Capsicum sp).
2. Existió una asociación inversa entre los distanciamientos de siembra y las variables de rendimiento medidas. El rendimiento aumentó al disminuir los distanciamientos de siembra entre surcos y entre plantas.
3. Cuando se incluyó la distancia de siembra entre surcos de 0.25 m y entre plantas de 0.25 m se produjo el rendimiento de fruto de 3,873.03 kg/ha.
4. Las distancias de siembra entre surcos y entre plantas no afectaron a las variables de crecimiento medidas, con un nivel de significancia de 0.05 .

9. RECOMENDACIONES

1. Para investigaciones posteriores dentro del programa "desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales", se recomienda la siembra de chile chocolate

(Capsicum sp) con una distancia entre surcos de 0.25 m y entre plantas de 0.25 m. Para el cultivo de chile chocolate en lugares con condiciones similares a las del sitio experimental, tomar como referencia la distancia de siembra mencionada, teniendo en cuenta que se aplicaron 0.2 g de Nitrógeno y 0.2 g de P_2O_5 por planta.

2. Para experimentos sobre distancias de siembra en otros cultivos, se recomienda utilizar el arreglo en franjas, pero debería tratarse en lo posible de evaluar simultáneamente niveles de fertilización para mejorar el criterio en la elección de la mejor distancia de siembra entre surcos y entre plantas.

10. BIBLIOGRAFIA

- 1) AVILA QUIROA, J.E. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 42 cultivares de Chile (Capsicum spp.) nativos de Guatemala, en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.
- 2) AZURDIA, C.A. 1984. Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género Capsicum en el norte, oriente y centro de Guatemala. Tikalia (Gua.). 3(1):55-75.
- 3) CASSERES, B. 1969. Producción de hortalizas. México, D.F., Herrero. 300 p.
- 4) CORDON SOSA, E.N. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 137 p.
- 5) GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEREOLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro climáticos de la estación central de INSIVUMEH de los años 1937-1990. Guatemala.

Sin publicar.
- 6) _____. 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala; informe final. Guatemala. 303 p.
- 7) _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.

- 8) HOLIE, M. 1977. Las hortalizas en la alimentación de Centroamérica en base a la evaluación nutricional de la población, realizadas por INCAP. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.
- 9) LIN, C.S.; MORSE, P. 1974. A compact design for spacing experiments. Ontario, Canada, Agriculture Canada, Statistical Research Service. p. 661.
- 10) MAISTRE, J. 1969. Las plantas: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España, Blume. 203 p.
- 11) MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1962. Presente y pasado del chile en México. México. 80 p.
- 12) REYES CASTAÑEDA, P. 1987. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas. 348 p.
- 13) SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 14) SIMMONS, N.W. 1979. Evolution of plant crops. London, United Kingdom, Longman. 339 p.
- 15) UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1990. Informe final del proyecto caracterización preliminar de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala. 338 p.
- 16) UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR (GUA.). 1982. Perfil ambiental de la República de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 43.

Vo. Bo. Rolando Barrios



11. APENDICES

8) HOLLE, M. 1977. Las horticultura de Guatemala en base a la evaluación nutricional de la población, realizadas por INCAP, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.

9) LIN, C.S.; MORSE, P. 1974. A compact design for spacing experiment. Ontario, Canada, Agriculture Canada, Statistical Research Service. p. 681.

10) MAISTRE, J. 1969. Las plantas técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España, Blume. 203 p.

11) MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1982. Presente y pasado del café en México. México. 80 p.

12) REYES CASTAÑEDA, P. 1987. Diseño de experimentos aplicados. México, Talleres. 348 p.

13) SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tinco Sulano. Guatemala, José de Pinabá. 1000 p.

14) SIMMONS, N.W. 1979. Evolution of plant crops. London, United Kingdom, Longman. 329 p.

15) UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1990. Informe final del proyecto caracterización preliminar de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala. 338 p.

16) UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR (GUA.). 1982. Perfil ambiental de la República de Guatemala. Guatemala, tomo 2. p. 43.



Cuadro 13A. Resultados del análisis químico de la muestra de suelo.

| P (ppm) | K (ppm) | Ca (meq/100 ml) | Mg (meq/100 ml) | pH |
|------------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| 0.89 | 237 | 9.73 | 2.41 | 6.2 |

Cuadro 14A. Resultados obtenidos con cada uno de los tratamientos sometidos a evaluación.

| Tarea suelo | Distancia entre surcos m | Distancia entre plantas m | Plantas por hectárea | Peso seco foliar | Fruitos por planta | Altura de planta m | Diferencia de cobertura entre surcos m | Diferencia de cobertura entre plantas m |
|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|---|--|
| A101 | 0.25 | 0.25 | 160000 | 3073.03 | 37 | 0.41 | 0.49 | 0.49 |
| A102 | 0.25 | 0.50 | 80000 | 1731.07 | 19 | 0.27 | 0.66 | 0.57 |
| A103 | 0.25 | 0.75 | 53333 | 913.02 | 21 | 0.37 | 0.37 | 0.39 |
| A104 | 0.25 | 1.00 | 40000 | 710.90 | 19 | 0.45 | 0.59 | 0.55 |
| A201 | 0.50 | 0.25 | 80000 | 756.34 | 22 | 0.30 | 0.44 | 0.41 |
| A202 | 0.50 | 0.50 | 40000 | 549.95 | 13 | 0.40 | 0.51 | 0.48 |
| A203 | 0.50 | 0.75 | 26667 | 308.79 | 11 | 0.32 | 0.42 | 0.43 |
| A204 | 0.50 | 1.00 | 20000 | 300.73 | 12 | 0.41 | 0.47 | 0.41 |
| A301 | 0.75 | 0.25 | 53333 | 471.60 | 12 | 0.34 | 0.39 | 0.41 |
| A302 | 0.75 | 0.50 | 26667 | 360.49 | 11 | 0.24 | 0.48 | 0.44 |
| A303 | 0.75 | 0.75 | 17778 | 185.58 | 11 | 0.40 | 0.39 | 0.35 |
| A304 | 0.75 | 1.00 | 13333 | 230.26 | 12 | 0.38 | 0.37 | 0.35 |
| A401 | 1.00 | 0.25 | 40000 | 468.26 | 13 | 0.34 | 0.47 | 0.46 |
| A402 | 1.00 | 0.50 | 20000 | 298.77 | 12 | 0.35 | 0.47 | 0.45 |
| A403 | 1.00 | 0.75 | 13333 | 143.40 | 12 | 0.43 | 0.55 | 0.54 |
| A404 | 1.00 | 1.00 | 10000 | 93.00 | 11 | 0.43 | 0.45 | 0.48 |

Cuadro 15A. Cantidad de fertilizante aplicado por planta, con cada uno de los tratamientos.

| Tratamiento | Distancia entre surcos m | Distancia entre plantas m | g de P_2O_5 por planta | g de N por planta |
|-------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| A1B1 | 0.25 | 0.25 | 0.2 | 0.2 |
| A1B2 | 0.25 | 0.50 | 0.38 | 0.38 |
| A1B3 | 0.25 | 0.75 | 0.56 | 0.56 |
| A1B4 | 0.25 | 1.00 | 0.75 | 0.75 |
| A2B1 | 0.50 | 0.25 | 0.38 | 0.38 |
| A2B2 | 0.50 | 0.50 | 0.75 | 0.75 |
| A2B3 | 0.50 | 0.75 | 1.12 | 1.12 |
| A2B4 | 0.50 | 1.00 | 1.5 | 1.5 |
| A3B1 | 0.75 | 0.25 | 0.56 | 0.56 |
| A3B2 | 0.75 | 0.50 | 1.12 | 1.12 |
| A3B3 | 0.75 | 0.75 | 1.7 | 1.7 |
| A3B4 | 0.75 | 1.00 | 2.3 | 2.3 |
| A4B1 | 1.00 | 0.25 | 0.75 | 0.75 |
| A4B2 | 1.00 | 0.50 | 1.5 | 1.5 |
| A4B3 | 1.00 | 0.75 | 2.3 | 2.3 |
| A4B4 | 1.00 | 1.00 | 3.0 | 3.0 |

Cuadro 16A. Programa para realizar los análisis de varianza, utilizando SAS .

```
SAS version number: 6.04  
Customer Name: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Customer Number: 25467001
```

```
OPTIONS NODATE;  
DATA TESIS;  
INFILE 'A:CAPSICUM.PRN';  
INPUT rep f1 f2 x1-x5;  
RUN;  
PROC GLM ;  
  CLASS rep f1 f2;  
  MODEL x1-x5 = rep f1|f2 rep*f1 rep*f2;  
    TEST H=f1 E=f1*rep;  
    TEST H=f2 E=f2*rep;  
  MEANS f1/E=f1*rep LSD;  
  MEANS f2/E=f2*rep LSD;  
  MEANS f1*f2;  
RUN;
```

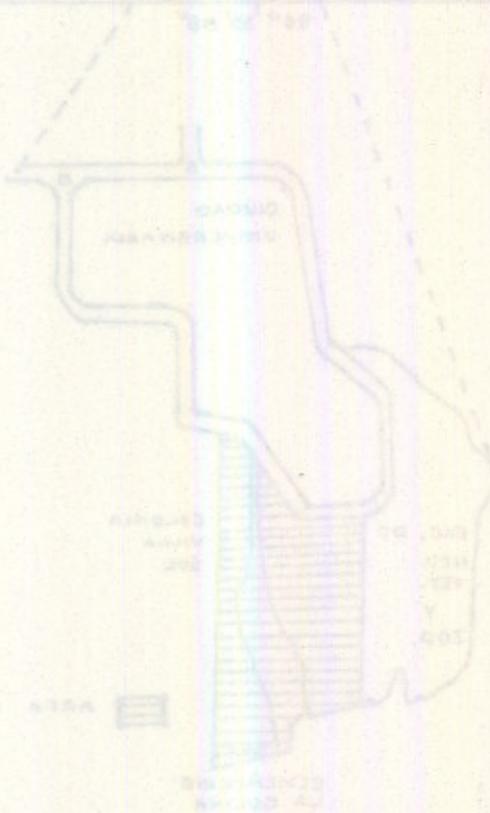


Figura 3A. Localización del área utilizada en el ensayo

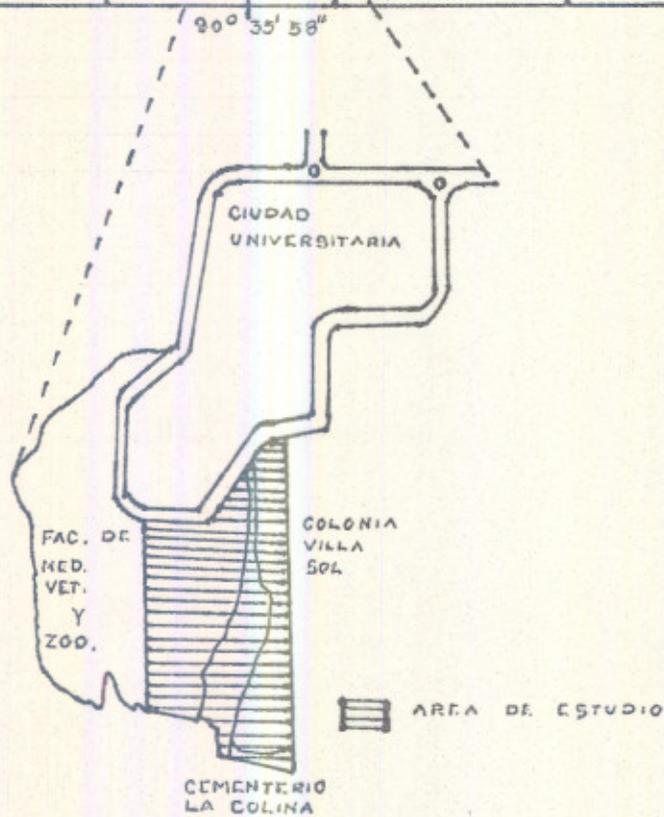
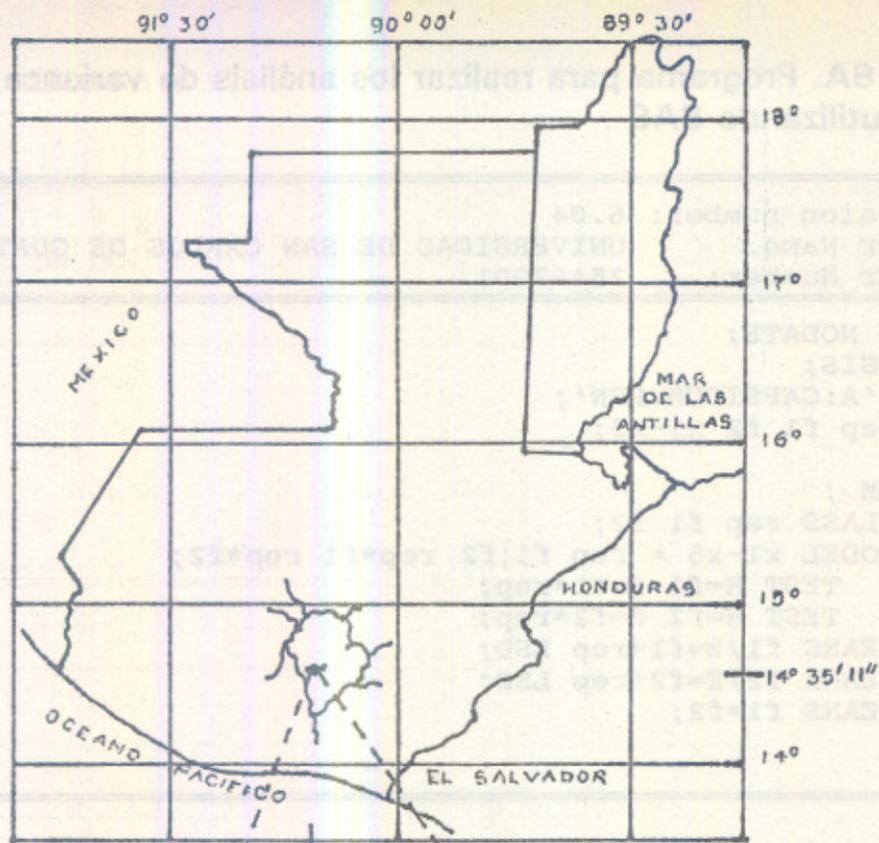
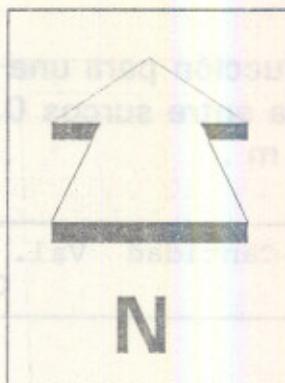


Figura 3A. Localización del área utilizada en el ensayo

PROGRAMA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central



I

| | | | |
|------|------|------|------|
| A4B3 | A4B2 | A4B1 | A4B4 |
| A3B3 | A3B2 | A3B1 | A3B4 |
| A1B3 | A1B2 | A1B1 | A1B4 |
| A2B3 | A2B2 | A2B1 | A2B4 |

II

| | | | |
|------|------|------|------|
| A4B4 | A4B3 | A4B2 | A4B1 |
| A2B4 | A2B3 | A2B2 | A2B1 |
| A1B4 | A1B3 | A1B2 | A1B1 |
| A3B4 | A3B3 | A3B2 | A3B1 |

III

| | | | |
|------|------|------|------|
| A1B2 | A1B3 | A1B4 | A1B1 |
| A2B2 | A2B3 | A2B4 | A2B1 |
| A3B2 | A3B3 | A3B4 | A3B1 |
| A4B2 | A4B3 | A4B4 | A4B1 |

Largo de bloque = 10 m

Ancho de bloque = 12.5 m

Distancia entre bloques = 1.5 m

Plantas por surco = 5

Número de surcos = 6

Plantas por unidad experimental = 30

Plantas de la unidad de muestreo = 12

Figura 4A. Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo.

Cuadro 17A. Costo de producción para una hectárea de chile chocolate, distancia entre surcos 0.25 m y distancia entre plantas 0.25 m .

| Concepto | Unidad medida | Cantidad | Val. unit. Q | Subtot. Q | Total Q |
|---------------------------------|---------------|----------|-----------------|--------------|----------------|
| I. Costos Variables | | | | | |
| 1. insumos | | | | | |
| semilla | oz | 11.4 | 16.00 | 182.40 | |
| 15-15-15 | kg | 20 | 1.48 | 29.60 | |
| Urea | kg | 30 | 2.51 | 75.38 | |
| TSFosfato | kg | 30 | 3.16 | 94.81 | |
| Bromuro de Metilo | kg | 1.5 | 20.67 | 31.00 | |
| PCNB | kg | 0.5 | 71.42 | 35.71 | |
| Metamidophos | l | 4 | 41.61 | 166.44 | |
| Metilparatió | l | 3 | 25.60 | 76.80 | |
| Mancozeb | kg | 6 | 28.75 | 172.50 | 864.6 |
| 2. mano de obra | | | | | |
| semillero | jornal | 10 | 12.00 | 120.00 | |
| preparac. terreno | ha | 1 | 450.00 | 450.00 | |
| traspla. | jornal | 22 | 12.00 | 264.00 | |
| limpias | jornal | 66 | 12.00 | 792.00 | |
| fertili. | jornal | 66 | 12.00 | 792.00 | |
| fumigac. | jornal | 44 | 12.00 | 528.00 | |
| cosecha | jornal | 66 | 12.00 | 792.00 | |
| secado | jornal | 66 | 12.00 | 792.00 | 4410.00 |
| subtotal | | | | | 5274.64 |
| II Costos Fijos | | | | | |
| administración (5% C.Variables) | | | | 263.73 | |
| interés 14% (6 meses) | | | | 738.45 | |
| imprevistos (10%) | | | | 527.46 | |
| arrendamiento | | | | 750.00 | |
| subtotal | | | | | 2279.64 |
| TOTAL | | | | | 7554.28 |
| III Análisis económico | | | | | |
| rendimiento kg/ha | | 3873.03 | | | |
| precio/kg | Q | 11.00** | | | |
| ingreso bruto | Q | 42603.33 | | | |
| costo total/ha | Q | 7554.28 | | | |
| ingreso neto | Q | 35049.05 | | | |
| rentabilidad | | 464 % | | | |

** Precio en el mercado central, al 15/1/93



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

Ref. Sem.003-93

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE 16 DISTANCIAS DE SIEMBRA
 SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CHILE
 CHOCOLATE (Capsicum sp.) EN EL VALLE CENTRAL DE GUATEMALA.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: RODERICO ANTONIO ESTRADA MUY.

CARNET No. 84-15422

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eddy Vanegas
 Ing. Agr. Aníbal Sacbajá
 Ing. Agr. Amanda Chacón

Los Asesores 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. Fernando Rodríguez Bracamonte
 ASESOR

Ing. Agr. José Jesús Chonay Pantzay
 ASESOR

Dr. Luis Mejía de León
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c.Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675

