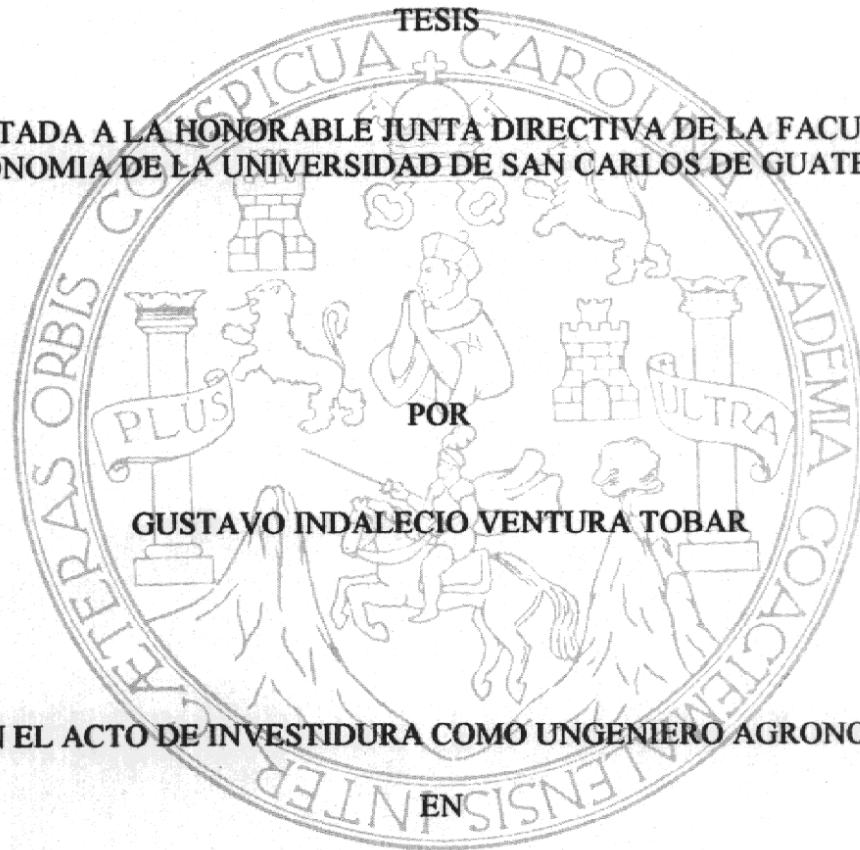


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE EPOCAS Y DOSIS DE FERTILIZACION FOLIAR, SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE CHILE CHOCOLATE (*Capsicum annuum* L.), EN LA FRAGUA  
ZACAPA.**

**TESIS**

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



**POR**

**GUSTAVO INDALECIO VENTURA TOBAR**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO UNGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

**EN EL GRADO ACADEMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, MAYO DEL 2000**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Ing. Agr. Efraín Medina Guerra**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DECANO: Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera**

**VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello**

**VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. William Roberto Escobar López**

**VOCAL TERCERO: Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández**

**VOCAL CUARTO: Prof. Jacobo Bolvito Ramos**

**VOCAL QUINTO: Br. José Baldomero Sandoval Arriaza**

**SECRETARIO: Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada**

Guatemala, mayo del 2000

Señores:  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DE EPOCAS Y DOSIS DE FERTILIZACION FOLIAR SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CHILE CHOCOLATE (Capricum annuum L.) EN LA FRAGUA, ZACAPA.**

Presentado como requisito, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

  
GUSTAVO INDALECIO VENTURA TOBAR

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Ser supremo que orientó mis pasos e iluminó mi mente.

**MIS PADRES:** Amalia Tobar de Ventura  
Rigoberto Ventura Bardales  
Que mi triunfo sea para ellos recompensa mínima a sus múltiples esfuerzos.

**MIS HERMANOS:** Anabella, Mara, Liliam, Azucena y Rigoberto.  
Agradecimiento a sus sabios consejos.

**MIS ABUELOS:** Indalecio Ventura  
Florentino Tobar  
Izabel Trujillo  
Q. E. P. D.

**MI ABUELA:** Rosa Elena Bardales  
Agradecimiento infinito.

**MIS TIOS:** En general, para que compartan mi alegría.

**MIS PRIMOS:** Con cariño especial.

**MIS SOBRINOS:** Que mi éxito les sirva de ejemplo.

**MIS CUÑADOS:** Manuel, Minor, Eduardo, Melvin y Lesvia.  
Agradecimiento por el apoyo brindado.

**MIS AMIGOS Y**

**COMPAÑEROS EN GENERAL:** En especial a:  
Lucila Trujillo, Erick Cruz, Rigoberto  
Cordón, Oliverio Paraiso, Carlos Hernandez,  
Marlon Carrera, Rony Ixcot, Ernesto España, Juan  
Loarca, Boris Sandoval, Edgar Rodriguez, Carlos  
ixcot, Tedi.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A: San Jorge, Zacapa.**

**Escuela Nacional Rural Mixta San Jorge, Zacapa.**

**Centro Educativo Juvenil "La Salle", Zacapa.**

**Colegio Científico Integrado En Computación.**

**Grupo de Sistemas de Cultivo, Finca Venecia, Guanagazapa, Escuintla.**

**Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**Facultad de Agronomía.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradecimiento sincero a todas las personas que colaboraron para culminar con éxito la presente investigación, en especial a:**

**Ingenieros Agrónomos: Marino Barrientos  
José Chonay**

**Por su sabiduría y talento.**

**Al departamento de riego del Ingenio Concepción por su apoyo brindado en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).**

**A la Empresa Agrícola la Aurora-Zacapa, cuya relación laboral me ha permitido acumular experiencia profesional, en especial a mis compañeros: Carlos Cabrejo, Oscar Carias, Julio Aceituno, Marlon Jarquin, Carlos Castañeda, Leonel Fajardo.**

## INDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACION	4
4. MARCO TEORICO	5
4.1 MARCO CONCEPTUAL	5
4.1.1 Origen diversidad genética y domestica de <i>Capsicum sp</i>	5
4.1.2 Situación y distribución de <u><i>capsicum annum L.</i></u> en Guatemala	6
4.1.3 Importancia nutricional	8
4.1.4 Antecedentes de la fertilización foliar	9
4.1.5 Ventajas de la fertilización foliar	10
4.1.6 Factores que afectan la absorción foliar	11
4.1.7 Forma de penetración del fertilizante foliar en las plantas	13
4.1.8 Nutrimientos que pueden ser aplicados al follaje	14
4.1.9 Función de los elementos	15
4.1.9.1 Nitrógeno	15
4.1.9.2 Fósforo	16
4.1.9.3 Potasio	16
4.1.9.4 Calcio	17
4.1.9.5 Magnesio	17
4.1.9.6 Hierro	18
4.1.9.7 Manganeso	19

4.1.9.8 Boro	19
4.1.9.9 Cobre	19
4.1.9.10 Zinc	20
4.1.9.11 Molibdeno	20
4.2 MARCO REFERENCIAL	21
4.2.1 Ubicación del área de estudio	21
4.2.2 Descripción del área de estudio	21
4.2.2.1 Caracterización climática	21
4.2.2.2 Zona de vida	22
4.2.2.3 Topografía y vegetación	22
4.2.2.4 Suelos	22
4.2.3 Investigaciones realizadas	22
5. OBJETIVOS	26
6. HIPOTESIS	27
7. METODOLOGIA	28
7.1 Muestreo de suelos	28
7.2 Factores a evaluar	28
7.3 Diseño experimental	30
7.4 Manejo del experimento	31
7.4.1 Plantulas	31
7.4.2 Preparación del terreno	31
7.4.3 Trasplante	31
7.4.4 Desinfección del suelo	31
7.4.5 Fertilización al suelo	31
7.4.6 Control de plagas y enfermedades	32



7.4.7 Control de malezas	32
7.4.8 Riego	32
7.4.9 Fertilización foliar	33
7.5 Variable respuesta	33
7.6 Análisis de la información	33
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
9. CONCLUSIONES	39
10. RECOMENDACIONES	40
11. BIBLIOGRAFIA	41
12. APENDICE	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Unidad Experimental	30

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Zonas de Distribución del chile chocolate ( <u>Capsicum annuum L.</u> ) En la república de Guatemala.	7
2. Composición bromatológica del chile chocolate ( <u>Capsicum annuum L.</u> )	9
3. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate ( <u>Capsicum annuum</u> )	24
4. Resultado del análisis de suelo	28
5. Porcentaje de nutrimentos aplicados	29
6. Tratamientos a evaluados	29
7. Volúmenes de agua aplicados en lts/ha	30
8. Análisis de covarianza para el rendimiento en peso seco expresado en kg/ha.	35
9. Promedio corregido del rendimiento en peso seco para cada uno de los tratamientos.	36
10. Análisis de varianza para el rendimiento en peso seco expresado en kg/ha.	37
11. Datos obtenidos en el experimento durante la fase de campo y transformación a rendimiento en peso seco, expresado en kg/ha.	45

EVALUACION DE EPOCAS Y DOSIS DE FERTILIZACION FOLIAR,  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE CHILE CHOCOLATE  
(Capsicum annum L.), EN LA FRAGUA, ZACAPA.

EVALUATION OF STAGES AND DOSES OF FOLIAR FERTILIZATION,  
AND ABOUT THE YIELDS OF CHOCOLATE PEPPER (Capsicum annum L.)  
IN LA FRAGUA ZACAPA.

R E S U M E N

El chile (Capsicum annum L.) es originario de América subtropical, difundiéndose por todo el mundo después del descubrimiento de América, para varios países latinoamericanos entre los cuales destaca Guatemala es de importancia alimenticia ya que sus frutos son consumidos por un alto porcentaje de la población. El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó caracterizaciones agromorfológicas y análisis bromatológicos de varios cultivares de *Capsicum annum L.*, entre los que se encuentra el chile chocolate. Los resultados indican que además de ser un estimulante del apetito, es de importancia nutricional debido a su contenido de proteínas y vitaminas A y C. La presente investigación se llevo a cabo en el Valle de la Fragua, en el departamento de Zacapa. El objetivo fue evaluar el efecto que produce el N, K, Ca, Mg, Mn, Bo, Fe, Cu, Zn, Mo y Co aplicados al follaje como un complemento a la fertilización al suelo en tres dosis (0.5, 1.0 y 1.5%) y tres épocas( la

floración, la formación de frutos y de la floración a la cosecha), sobre el rendimiento en base seca de frutos de chile chocolate (Capsicum annuum L.).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones donde se pudo observar que no existieron diferencias que estadísticamente sean significativas entre el testigo y los tratamientos evaluados, en donde los rendimientos oscilan entre 2037.9276 kg/ha para el testigo y 3099.8549 kg/ha para el tratamiento con una dosis de 1.5% en la época de la floración a la cosecha. Uno de los factores que probablemente incidió para ello es que durante la fase de campo hubo una precipitación en donde se presentaron constantes lluvias las cuales proporcionaron un medio de desarrollo ideal para la asimilación de nutrientes del suelo, así como un aporte adicional de nitrógeno.

## 1. INTRODUCCION

El chile (Capsicum annum L.) es originario de América subtropical, difundiéndose por todo el mundo después del descubrimiento de América, para varios países latinoamericanos entre los cuales destaca Guatemala es de importancia alimenticia, sus frutos son consumidos por un alto porcentaje de la población, ya que son fuente de proteínas, se cultiva para autoconsumo y también para venta en mercados locales, algunas variedades como el habanero, jalapeño y dulce que son utilizadas como materia prima para la agroindustria.

De 1983 a 1986 el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó la colecta y caracterización de diversos cultivares de chile (Capsicum), cultivados en Guatemala, a partir de la colecta se realizó la selección de materiales según su composición bromatológica y su rendimiento de frutos. Para integrar estos materiales a un sistema de cultivo que permita establecer las prácticas agronómicas para su manejo, se han realizado algunas investigaciones en el proyecto de "Desarrollo de Practicas Agronómicas de Hortalizas Nativas": entre las cuales se puede mencionar la evaluación de densidades y la cuantificación de la acumulación de N,P,K, Ca y Mg en diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

Dentro de esta línea, se ubica la presente investigación en donde se evaluó épocas de aplicación de fertilizante foliar ( la floración, la formación de frutos y de la floración a la cosecha) y dosis (0.5,1.0 y 1.5%), aplicado como un complemento a la fertilización al suelo, sobre el rendimiento de frutos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha realizado caracterización agromorfológicas y análisis bromatológicos de varios cultivares de Capsicum annum, entre los que destaca el chile chocolate. Los resultados indican que además de ser un estimulante del apetito; es de importancia nutricional debido a su contenido de proteínas y vitaminas A y C, además es Consumido por un alto porcentaje de la población guatemalteca, ya sea en fresco o industrializado.

Para poder incorporar estos materiales nativos a un sistema productivo es necesario conocer las características agrofisiológicas que definen las técnicas de cultivo a utilizarse, como densidades de siembra, niveles de N, P, K, Ca y Mg en diferentes etapas de desarrollo. Dentro de estas la fertilización foliar como un complemento de la fertilización al suelo, por medio de la cual esperamos tener un aumento en el rendimiento de frutos de chile chocolate.

### 3. JUSTIFICACION

La agricultura es un proceso dinámico que exige la integración de muchos factores, motivo por el cual las innovaciones en la tecnología empleada hace necesaria la realización de distintas prácticas en el manejo de los cultivos.

Pretendiendo integrar éste y otros materiales de Capsicum a un sistema productivo, el Instituto de Investigaciones Agronómicas y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del proyecto denominado Desarrollo de Prácticas Agronómicas para el Cultivo de Hortalizas Nativas o Tradicionales; determinó llevar a cabo investigaciones para conocer las características Agrofisiológicas de este cultivar, y poder establecer las prácticas agronómicas necesarias. Se han realizado estudios sobre la acumulación de nutrientes, evaluación de distancias de siembra, niveles de N,P,K y materia orgánica en diferentes localidades contando con la participación de agricultores. Actualmente, dentro de los aspectos de mayor importancia sobresale la fertilización, que ordinariamente se realiza al suelo en donde su aprovechamiento depende del suelo y su humedad, y con esto se retarda la asimilación por la planta si los elementos no estuvieran disponibles, principalmente en etapas críticas como la floración y la formación de frutos. Una buena alternativa para esta situación, la constituyen las aplicaciones foliares logrando así una mayor disponibilidad de nutrientes en las etapas críticas, de tal manera que se incrementa significativamente el rendimiento del cultivo.



#### 4. MARCO TEORICO

##### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

###### 4.1.1 Origen diversidad genética y domesticación de Capsicum spp.

El chile es originario de América tropical, donde se le ha cultivado desde tiempos muy remotos. Después del descubrimiento de América, ha sido difundida su siembra.(5) La base de 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. (17).

Los chiles fueron plantas apreciadas para su consumo por indígenas de América y ocupó el segundo lugar de importancia después del maíz. El género Capsicum comprende especies conocidas en el ámbito mundial, dado al papel que juega en la dieta alimenticia en varios países, en particular en Latinoamérica, entre los que destacan México, Guatemala y Perú. (2)

Se considera que la mayor parte de los cultivares de chile se domesticaron a partir de diferentes especies silvestres, en diversas áreas en forma independiente. Para la domesticación de éste cultivo se realizó una selección de materiales genéticos utilizando como criterio principal, el tamaño del fruto. Los frutos rojos, deciduos, erectos y pequeños en los tipos silvestres fueron sustituidos por frutos grandes a menudo en posición pendiente, no deciduos y con una variedad de colores en adición al rojo. Esto produjo que se trasladaran dichas características a varias de las especies cultivadas. (20)

La mayor parte de los chiles que se cultivan en el país pertenecen a la especie Capsicum annuum. En la recolección de cultivos nativos de Guatemala llevada a cabo por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala 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).

#### 4.1.2 Situación y distribución de capsicum annuum L. en Guatemala

En Guatemala el cultivo de chile es muy importante ya que es cultivado en varias localidades pero en extensiones pequeñas, dedicándose la producción de frutos principalmente para autoconsumo y el excedente para la venta en los mercados locales. Actualmente algunos cultivares como el habanero y aquellas variedades de chile mejoradas como el jalapeño y dulce, tienen gran demanda en la agroindustria. (11)

Guatemala forma parte del centro de origen y diversidad genética de Capsicum annuum L. y la mayor parte de chile que se cultiva en el país pertenece a esta especie(2), incluyéndose dentro de Capsicum annuum L. , los chiles conocidos comúnmente como chile blanco, dulce, serrano, chamborote, jalapeño, diente de perro, chiltepe granudo o tol, chiltepe y el chile chocolate. (12)

La región sur-oriental y oriental de Guatemala es una de las más importantes en la producción de chile a nivel comercial, como la muestra el cuadro 1, principalmente el destinado a consumo fresco y para la agroindustria, así como deshidratado para consumo familiar.

CUADRO 1. Zonas de distribución del chile chocolate  
(Capsicum annuum L.) en la república de Guatemala.

# Colecta	Departamento	Lugar	Altitud msnm
23	Escuintla	Guanagazapa	315
81	Zacapa	Cabañas	214
286	Jalapa	San Luis Jilotepeque	820
337	Jutiapa	Río de la virgen	900
424	Izabal	Bucaral, Omagua, P.	15
520	Peten	Tamarindo, Sayaxché	180
524	Peten	San Joaquin, La Libertad	180
568	Peten	Macanché, Flores	180
629	Izabal	Las pozas, Morales	40
728	Izabal	Fca. Nueva, Amates	100
743	Izabal	Tenedores, Morales	25
866	Escuintla	Palo Blanco, Nva. Concepción	60
899	San Marcos	Sn Eusebio, Malacatán	200
910	Retalhuleu	Caballo Blanco	80
954	Baja Verapaz	Sn Francisco, Sn Miguel Chicañ	900
957	Baja Verapaz	Pasubil, Cubulco	1000
966	Jutiapa	Parcelamiento Montufar, Ciudad Pedro de Alvarado	20
967	Santa Rosa	Sn Martín, Chiquimulilla	20
1018	Baja Verapaz	Chibul, Cubulco	1000

FUENTE: Programa de recursos fitogenéticos de Guatemala, FAUSAC.

En los parcelamientos agrarios aledaños al río Motagua, especialmente en el departamento de Izabal, en los municipios de Morales y los Amates, el cultivo de chile chocolate es muy frecuente. (12)

El chile más cultivado en extensiones pequeñas es el cobanero, principalmente a lo largo de la cuenca del río Polochic y la franja transversal del norte, siguiéndole en orden de importancia el chile chocolate, el cuerudo y el cahabonero.

En las regiones con clima seco, principalmente en el departamento de Baja Verapaz, el cultivar más común es el chile chocolate, tal como sucede en las partes secas del oriente del país. Alta y Baja Verapaz, son dos departamentos donde sus habitantes consumen bastante chile. De esta manera, en los mercados locales es frecuente encontrar la venta de chile en polvo llamado "cobanero", el cual es obtenido a partir del cultivar llamado cobanero o del cahabonero, aunque a veces lo obtiene del chile chocolate. (12)

#### 4.1.3 Importancia nutricional

El fruto de chile posee, proteínas, vitaminas A, B1, B2 y C, tiaminas y riboflavinas, pequeñas cantidades de aceites esenciales al cual deben su olor. Además, contienen pigmentos, constituidos por una asociación de carotenoides, y un alcaloide llamado capsicina del cual proviene su sabor picante y ardiente. Sin embargo, la composición química de los frutos secos de Capsicum

varian según el cultivar y las condiciones ecológicas en las cuales se han cultivado. (12)

El análisis bromatológico demuestra que el fruto conserva su alto valor nutritivo, como las vitaminas A y C. (14).

CUADRO 2. Composición bromatológica del chile chocolate (Capsicum annuum L.).

% Cenizas	Kcal/g	% Fibra	Caroteno U.I.	% Mat.Seca	% Proteínas	mg/100g Acido ascorbico
7.8	6.0	15.7	24.4	76	14.4	1203.57

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

4.1.4 Antecedentes de la fertilización foliar

Es de conocimiento general, que los nutrimentos son absorbidos por las raíces de la planta, pero existe evidencia de la absorción de sales minerales, sustancias orgánicas y otros, mediante procesos puramente físicos, a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas (10).

Sin embargo, cuando se aplican soluciones nutrimentales al follaje, los elementos penetran a través de la cutícula y ectodesmos vía epidermis(4).

Con el uso de elementos marcados y autoradiogramas en plantas de frijol, se llegó a la conclusión que las hojas son eficientes para la absorción de minerales, los cuales subsecuentemente son redistribuidos dentro de la planta a través del floema.

La absorción foliar es la penetración de la solución nutritiva que entra a las células cercanas a la superficie de la hoja, de manera que cuando el área de contacto es mayor, menor es la absorción.

La fertilización foliar se usa para corregir deficiencias nutrimentales, problemas de fijación de nutrimentos en el suelo y la adición de los elementos primarios para mejorar la calidad de los productos (4,23).

#### **4.1.5 Ventajas de la fertilización foliar.**

- a. Se requiere aplicar menor cantidad de fertilizante al follaje que al suelo para alcanzar el mismo nivel de nutrición.
- b. Se puede recurrir mas rápidamente a la aplicación foliar que a la aplicación al suelo, principalmente en cultivos de ciclo corto, cuando se presenta la sintomatología de la deficiencia de un elemento.
- c. Los síntomas visuales de la respuesta a un fertilizante foliar son más rápidos. El color verde después de la fertilización foliar es uno de los factores que ha estimulado el empleo de esta practica; importante para flores y follaje.
- d. Ayuda a las plantas a recuperarse de los efectos fitotóxicos producidos por los herbicidas.

- e. Cuando existen problemas especiales, los cuales no pueden superarse con la aplicación del fertilizante al suelo, por ejemplo fijación de algún elemento. (4).
- f. Es satisfactoria la respuesta de las plantas a las aspersiones de nutrimentos, estas respuestas son en su mayoría determinadas por: la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta, la eficiencia de la absorción foliar, por el uso y la tolerancia de las hojas a los compuestos nutritivos disponible para su uso (4).

#### 4.1.6 Factores que afectan la absorción foliar

Se considera que la serie de factores que afectan la absorción foliar esta formada por: la especie y el estado nutricional de la planta, la naturaleza morfológica del órgano absorbente, el pH, la temperatura, la humedad, la luz, el ángulo de contacto y la superficie de mojado, las vías de entrada, la edad, el estado nutricional de la hoja y la composición química de nutrimentos que se aplican al follaje.

Algunos de los factores que intervienen en la absorción de las soluciones son: (4,7,22)

1. Altas concentraciones de la solución provocan fitotoxicidad, por el contrario las diluidas pueden aportar pocos elementos que pueden ser eficaces. Las concentraciones optimas varían según la naturaleza del producto.
2. El empleo de productos adherentes aumenta la superficie de

contacto para la absorción.

3. La absorción es mejor bajo condiciones de baja temperatura y atmósfera relativamente húmeda, lo cual se logra haciendo las aspersiones al amanecer o al atardecer, reduciendo en esta forma el riesgo de fitotoxicidad en la planta.
4. La rapidez con que se absorbe un ion varía según la naturaleza del ion acompañante, por ejemplo el cloruro y el nitrato son más rápidamente absorbidos que los sulfatos. Los cloruros forman una especie de película sobre la superficie de la hoja, mientras que los sulfatos producen rápidamente un residuo seco que no es absorbido a menos que la humedad de la atmósfera aumente principalmente durante la noche.
5. La absorción de nutrimentos es mejor en el envés de las hojas.
6. Las hojas jóvenes absorben los nutrientes mejor por regla general que las hojas viejas, pero son más sensibles a concentraciones que causan fitotoxicidad.
7. Es probable que la absorción sea favorecida cuando las raíces se desarrollan en un medio deficiente en la disponibilidad nutrimental o algunas veces las condiciones del suelo evitan que las plantas absorban los nutrimentos a través de las raíces. Algunos elementos absorbidos en estas condiciones especialmente el nitrógeno, fósforo y potasio, son tan móviles dentro de la planta que se comportan como si hubieran sido extraídos a través de las raíces, lo contrario ocurre con los nutrimentos poco móviles como el magnesio y el hierro lo cual obliga a asperjar el follaje con mayor frecuencia.



8. La aplicación del fertilizante foliar es mejor aprovechada en cultivos cuya área foliar es grande, como arboles frutales, plantas ornamentales y cultivos en los cuales el número de frutos es alto.

#### 4.1.7 Forma de penetración del fertilizante foliar en las plantas.

La cutícula que cubre las hojas no constituye una barrera para la absorción de nutrimentos aplicados al follaje, ya que presenta fisuras y su comportamiento es algo semejante al de una esponja que se hincha más o menos según su estado de hidratación. Asimismo, la penetración de la solución nutritiva es a través de los pelos epidérmicos que abundan más en el envés de las hojas, lo que explica la penetración mucho más intensa de nutrimentos a través del envés (22).

Por otro lado se ha determinado que no existe penetración por los poros u ostiolos de los estomas por cuanto que los poros estomáticos están llenos de gas y sus células internas se hallan suberizadas y cutinizadas. Además, se ha comprobado experimentalmente que la absorción guarda relación con el número de estomas porque alrededor de las células guardianas hay mayor número de ectodesmos, lo cual permite la entrada de nutrimentos aplicados foliarmente (4).

No hay que olvidar la posibilidad de una penetración por intercambio ionico así por ejemplo los iones de magnesio del sulfato de magnesio se intercambian con iones de Calcio o Hidrogeno (22).

Debido a que los nutrientes son absorbidos fácilmente por las hojas, la nutrición foliar se utiliza para corregir deficiencias cuando en el suelo se presentan problemas de absorción, así como para satisfacer las demandas de nutrimentos de la planta en el momento oportuno (22).

A la vez, la fertilización foliar presenta la ventaja de poder realizarse en combinación con tratamientos fitosanitarios con lo cual se reducen los costos de aplicación y se optimiza el uso de recursos escasos como el agua, la mano de obra, etc. (7,22).

#### **4.1.8 Nutrimentos que pueden ser aplicados al follaje.**

Los nutrimentos que pueden ser aplicados efectivamente en aspersión foliar son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, manganeso, boro, zinc, molibdeno y hierro.

Estos nutrientes pueden ser aplicados mediante aspersiones suplementarias durante los periodos críticos de crecimiento (18).

Las aspersiones foliares de nutrimentos se recomiendan para corregir deficiencias cuando éstos están deficientes o no disponibles en el suelo (7).

Landsiedel citado por Coosemans (8), indica que cuando el nitrógeno, fósforo y potasio son aplicados a las hojas y otras

partes de la planta, estos son rápidamente absorbidos y transportados a las demás partes de la planta. El porcentaje de transporte de los nutrimentos ha sido estimado en 2.54 cm cada cinco minutos, de tal forma que la mitad de la aplicación pueden ser absorbidos por la planta en un periodo de 24 horas (8).

La absorción de la urea es rápida, el 50% de una aplicación es absorbida en 8 horas, mientras que para el 50% restante de los nutrimentos aplicados, la absorción se realiza en un tiempo de 4 días (22).

Las aspersiones de nitrógeno provocan un aumento en la producción de sustancias orgánicas las cuales al ser transportadas a las raíces actúan sobre su respiración y su capacidad de absorción de otros nutrientes (7,22).

#### **4.1.9 Función de los Elementos**

##### **4.1.9.1 Nitrógeno**

La presencia de Nitrógeno en el suelo es casi totalmente el resultado de la acción biológica, abono artificial o fertilización natural.

El Nitrógeno es de extraordinaria importancia en las plantas por que es un constituyente de proteínas y ácidos nucleicos.

Una deficiencia de Nitrógeno casi invariablemente se traduce en una palidez gradual o clorosis de las hojas maduras que llegan a tornarse amarillentas y se desprenden fácilmente. Otro síntoma típico de la deficiencia de Nitrógeno es la producción de antocianinas en tallos, nervaduras foliares y peciolo, los cuales

pueden volverse rojos o púrpura. La sobreabundancia de Nitrógeno causa con frecuencia una gran proliferación de tallos y hojas, pero determina una reducción de cantidad de frutos.(3)

#### 4.1.9.2 Fósforo

La absorción de fósforo ocurre como ion fosfato inorgánico monovalente o divalente. Su absorción por las plantas tal vez sea obstaculizada por un exceso de calcio. El Fósforo como el Nitrógeno, es muy importante como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos. Además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético.

Los síntomas de deficiencia de fósforo son: Perdidas de hojas maduras, desarrollo de antocianinas en tallos y nervaduras foliares, plantas achaparradas de lento desarrollo.(3)

#### 4.1.9.3 Potasio

Es requerido en grandes cantidades por las plantas y una deficiencia de este elemento puede ser frecuente en suelos ligeros o arenosos, debido a su solubilidad y a la facilidad con que puede lixiviarse de ellos.

No parece tener una función estructural en las plantas, pero desempeña numerosas funciones catalíticas. El potasio se enlaza ionicamente a la piruvato quinasa, que es esencial en la respiración y el metabolismo de carbohidratos.

La deficiencia de potasio generalmente se empieza a manifestar con una clorosis típicamente moteada en las hojas

maduras que luego se distribuye a las jóvenes, pues este elemento es muy móvil en las plantas. Se producen áreas necróticas a lo largo de los márgenes y en las puntas de las hojas; también se observa un hábito de crecimiento en roseta o achaparramiento. (3)

#### 4.1.9.4 Calcio

Es importante en la síntesis de pectina en la lamina media de la pared celular. También se involucra en el metabolismo o formación del núcleo y las mitocondrias. Así pues es un elemento de extraordinaria importancia para la mayoría de las plantas, por lo que una reducción severa determina el deterioro y muerte de la planta. Las regiones meristemáticas son las primeras afectadas, por que una reducción de calcio impide la formación de nuevas paredes celulares, con lo que se imposibilita la división de las células. La clorosis de los márgenes de las hojas jóvenes, el encorvamiento de puntas foliares y la formación de raíces atrofiadas e incoloras son síntomas característicos de deficiencia de calcio. Una deficiencia de hierro da como consecuencia una reducción de la absorción de calcio. (3)

#### 4.1.9.5 Magnesio

La mayoría de las plantas lo requieren en grandes cantidades, y el uso de fertilizantes de magnesio se está extendiendo. Desempeña importantes funciones en la planta, parece estar implicada en la estabilización de partículas ribosómicas, al enlazar las sub-unidades que forman el ribosoma. Sirve para ligar

enzimas y substratos, como en la transferencia de fosfatos desde el ATP. Finalmente el magnesio constituye una parte integrante de la molécula de clorofila, y es por lo tanto esencial en la fotosíntesis.

Los síntomas de deficiencia de Magnesio son muy característicos. Se desarrolla clorosis entre las nervaduras foliares o pueden aparecer pigmentos brillantes de color rojo, naranja, amarillo o púrpura. Puesto que el magnesio es muy soluble y de rápido transporte por toda la planta, los síntomas de su deficiencia generalmente aparecen primero en las hojas maduras. (3)

#### 4.1.9.6 Hierro

Se requiere más que ningún otro micronutriente y hasta se ha llegado a considerar como macronutriente. Sin embargo su alta demanda puede estar relacionada con la fuerte tendencia del hierro para formar compuestos insolubles de varias clases en el suelo y la planta, que lo hacen inaprovechable o inútil.

La extraordinaria importancia del hierro se relaciona con dos hechos importantes: el hierro es parte del sitio catalítico de muchas enzimas oxido-reductoras importantes, y esencial para la formación de clorofila, aunque no forma parte de la molécula.

Los síntomas de deficiencia de hierro son fácilmente reconocibles y muy específicos. La clorosis que produce está restringida estrictamente a las hojas más jóvenes de las plantas en crecimiento. (3)

#### 4.1.9.7 Manganese

Se presenta en diversas formas en el suelo, el ion manganeso reducido ( $Mn^{2+}$ ) es la forma en que generalmente se absorbe. Llega a ser deficiente en suelos oxidantes o alcalinos por que se convierte a formas no asimilables. Se involucra mucho en funciones catalíticas, es el metal activador de algunas enzimas respiratorias y de reacciones del metabolismo del nitrógeno y la fotosíntesis. También puede tener un papel estructural en los cloroplastos, los que se tornan susceptibles a la luz en su ausencia.

Los síntomas de deficiencia consisten en la formación de manchas necróticas sobre las hojas. La movilidad del manganeso es compleja y depende de la especie y de la edad de la planta.(3)

#### 4.1.9.8 Boro

Esta presente en pequeñas cantidades de la mayoría de los suelos, pero su disponibilidad es a menudo muy pobre, por que esta ligado estrechamente a complejos de la estructura del suelo.

El boro es un elemento cuya función en el metabolismo vegetal aun no se comprende con claridad, aunque es demostrable su papel esencial para el crecimiento de la planta.

Los efectos característicos de su deficiencia, que por lo regular se traduce en muerte de meristemas y aborto de flores.(3)

#### 4.1.9.9 Cobre

Esta normalmente presente en el complejo de intercambio de

los suelos donde esta retenido firmemente pero disponible para las plantas, de manera que su deficiencia en la naturaleza es rara. Sin embargo, la fertilización excesiva con fosfatos puede reducir su disponibilidad al formarse precipitados insolubles.

Desempeña funciones exclusivamente catalíticas en las plantas. Su deficiencia causa necrosis en las hojas y les da una apariencia marchita y oscura. (3)

#### 4.1.9.10 Zinc

Esta ampliamente distribuido en los suelos, pero como muchos otros metales llegan a ser menos aprovechables conforme aumenta el pH. El zinc tiene relación directa con la síntesis del ácido indolacético (IAA), en la síntesis de proteínas.

Su deficiencia incluye atrofiamiento y reducción notable del tamaño de la hoja, clorosis intervenal, baja altura de planta. (3)

#### 4.1.9.11 Molibdeno

Se presenta en muy pequeñas cantidades en muchos suelos, pero a pesar de su escaso requerimiento por las plantas parece existir una deficiencia inicial generalizada. Su papel más importante es el de la reducción de nitratos y fijación de nitrógeno. (3)



## 4.2 MARCO REFERENCIAL

### 4.2.1 Ubicación del área de estudio

El experimento se realizó en el valle de la Fragua, departamento de Zacapa, localizado en la zona Nor-oriental de la república, a 146 kilómetros de la ciudad capital, con las coordenadas geográficas siguientes: 14 57'05" latitud norte y 89 32'05" longitud oeste y una altitud de 230 msnm.

### 4.2.2 Descripción del área de estudio

#### 4.2.2.1 Caracterización climática

La siguiente información corresponde a 19 años de registro, para los cuales; las temperaturas máximas ocurren en los meses de marzo, abril y mayo siendo 34.4, 37.0 y 37.1 C respectivamente y los valores mínimos en los meses de noviembre, diciembre y enero cuyos valores son 20.3, 19.1 y 18.1 C. Las menores precipitaciones se registran en los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y de diciembre; son los valores siguientes: 2.0, 2.2, 4.0, 11.8, 45.2, 10.5 y 5.4 milímetros. El brillo solar anual es de 232.7 horas durante las cuales el sol brilla a plenitud, (tiempo en el cual no hay presencia de nubes). En cuanto a humedad relativa está es de 70% anual.

La evaporación en tanque tipo "A" es de 221.3 milímetros promedio mensual y la velocidad del viento es de 8.2 km./hr promedio mensual. En cuanto a los valores de evapotranspiración potencial, los valores mínimos ocurren en los meses de noviembre,

diciembre, enero, febrero; siendo los siguientes: 136.8, 135.8, 139.7, 145.3 milímetros mensuales.

#### 4.2.2.2 Zona de vida

Estudios realizados por De la Cruz (9) caracterizan al valle de la Fragua, dentro de la zona de vida, Monte espinoso sub-tropical.

#### 4.2.2.3 Topografía y vegetación

Los terrenos en ésta zona de vida son de relieve plano a ligeramente accidentado. La elevación varía de 180 a 400 msnm.

La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas, entre las principales especies que predominan en la zona están: Cactus spp, Pereskia spp, Oso spp, Jacquinia spp, bucida macrostachys, Acasia farnesiana, Cordia alba.

#### 4.2.2.4 Suelos

Según Simmons et al (19), los suelos pertenecen a la serie Chicaj, se caracteriza por tener suelos de clase textura arcillosa, con una capa superficial de 50 cm, de color negro, pH de 6.9, de topografía plana y tienen un subsuelo semipermeable a impermeable.

#### 4.2.3 Investigaciones Realizadas

En el ámbito nacional, se han realizado investigaciones en el cultivo de chile en su caracterización agromorfológica y bromatológica.

En cuanto al requerimiento nutricional de este cultivo, la acumulación de nutrientes en el cultivo de chile pimiento, en condición de invernadero, para la variedad lamuyo, recolectado en

verde con una producción de 370 kg./acre es: 3.36 kg./N, 1 kg/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6.35 kg/K<sub>2</sub>O y 0.42/kg/MgO. Sin embargo, si la recolección se efectúa sobre pimiento rojo para una producción de 210 kg./acre, la acumulación asciende a 4.1 kg./N, 1.2 kg/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6.75 kg/K<sub>2</sub>O y 0.54 kg./MgO. (16)

Según INVUFLEC, citado por Maroto (16), para una producción de 54 tm/ha de la variedad pimiento dulce de las ladas, extrae 201 kg N/ha, 56 KgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha, 269 kg K<sub>2</sub>O/ha, 160 kg CaO/ha y 40.6 Kg MgO/ha.

En un estudio realizado, en el cultivo de chile variedad Keystone resistant giant, por Miller, citado por Maroto (16), en el cual se consideró las relaciones entre el crecimiento y las variaciones en la absorción de nutrientes, se observó que la mayor acumulación de N,P,K,Mg y Ca se producía entre los 28 y 46 días después del transplante, pero, la tasa absoluta de absorción de nutrientes es de los 56 a los 70 días después del transplante, es decir en el periodo de crecimiento rápido de los frutos, y para la producción de 13.4 toneladas métricas de frutos/ha extrae a los 112 días después del transplante 111.1 kg. de N, 17.2 Kg. de P, 135.6 kg. de K, 33.1 kg. de Ca y 34 kg. de Mg, sin embargo, los requerimientos de nutrientes pueden variar según la variedad, el rendimiento obtenido, la fertilidad natural del suelo y el manejo del cultivo.

CUADRO No 3. Acumulación de N,P,K,Ca y Mg en cuatro etapas de Desarrollo de la Planta de Chile Chocolate.

Etapa de desarrollo	Edad (ddt)	Mg/Planta				
		N	P	K	Ca	Mg
Juvenil	30	9.53	1.14	10.58	1.78	2.72
Vegetativa	60	90.83	13.20	89.41	14.63	27.87
Floración	90	179.16	29.66	133.4	24.04	29.93
Fructificación	120	241.6	38.37	152.4	42.87	77.93

ddt = días después del transplante

Fuente: Hun Cal, E. (15)

La tendencia de la acumulación en cada una de las etapas de desarrollo de la planta, generalmente se manifiesta en forma ascendente observando que la planta extrae mayor cantidad de Nitrógeno (70% del total acumulado), entre los 50 y 90 ddt, es decir que se da una mayor demanda en la etapa vegetativa (34%), etapas en las que se manifiesta la mayor extracción de Nitrógeno y donde se establece un mayor crecimiento y formación de órganos reproductivos, posteriormente la extracción de este nutriente es menor.

La mayor extracción de potasio (52% del total acumulado) se da entre los 30 y 60 ddt, durante la etapa vegetativa.

En este estudio también se observó que la planta extrae mayor cantidad de fósforo (74%) entre los 30 a 90 ddt, durante la etapa vegetativa 31% y en la etapa de floración 43%. El Ca y el Mg presentaron un comportamiento similar, requiriéndolos en mayor porcentaje entre los 30 y 60 ddt, durante la etapa vegetativa

Ca(30%), Mg(32%) y de 90 a 120 ddt durante la etapa de fructificación, Ca(44%) y Mg(62%).

Es decir que la mayor demanda de nitrógeno y fósforo se manifiesta en la etapa vegetativa y la etapa de floración; el potasio durante la etapa vegetativa ; el Ca y Mg en la etapa vegetativa y fructificación. Por consiguiente, el cultivo de chile chocolate extrae nutrientes en el orden siguiente: N, K, Mg, Ca y P.

## 5. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto que produce el N, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo y Co aplicados al follaje sobre el rendimiento en base seca de frutos de chile chocolate (Capsicum annuum L.).
2. Comparar el efecto de tres dosis y tres épocas de aplicación de fertilizante foliar sobre el rendimiento en base seca de frutos de chile chocolate (Capsicum annuum L.).

## 6. HIPOTESIS

1. El efecto de la fertilización foliar con N, K, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo y Co aplicada como un complemento de la fertilización al suelo produce el mismo rendimiento que solo la fertilización al suelo.
2. No hay diferencias significativas en el rendimiento de chile chocolate al aplicarle fertilización foliar en tres dosis y en tres épocas.

## 7. METODOLOGIA

### 7.1 Muestreo de suelos.

Se tomaron 20 muestras simples al azar a una profundidad de 0.30 m del área en donde se realizó el experimento, para formar una muestra compuesta la cual fue analizada en el laboratorio de Análisis de suelo-planta "Ing. Salvador Castillo O." de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual reporto los siguientes resultados:

Cuadro 4. Resultado del análisis de suelo.

IDENTIFICA	pH	Ug/ml		Meq/100ml		Ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
1	6.0	41.78	103	8.42	1.44	1.50	1.50	8.50	73.00

pH ligeramente ácido, alto contenido de fósforo, potasio deficiente, las relaciones Ca/Mg, (Ca+Mg)/k y Mg/k están desbalanceadas. Lo cual nos indica que hay que aplicar potasio. En cuanto a los elementos menores se refiere el Cu, Zn y Fe se encuentran deficientes y el Mn está adecuado.

### 7.2 Factores a Evaluar.

Como primer factor tendremos las épocas de aplicación del fertilizante foliar, las cuales son:

- A<sub>1</sub>. Comprendió la aplicación de fertilizante foliar desde el inicio de la floración hasta la formación de frutos, en este nivel se realizaron 4 aplicaciones.
- A<sub>2</sub>. Comprendió el periodo desde la formación de frutos hasta el inicio de la cosecha, donde se realizaron un total de



4 aplicaciones.

A<sub>3</sub>. Y una tercera época que comprendió desde el inicio de la floración hasta el inicio de la cosecha, en donde se realizaron un total de 8 aplicaciones.

B. Como segundo factor se consideraron las dosis que es la cantidad de fertilizante foliar por volumen de agua, lo que nos da las siguientes concentraciones 0.5, 1.0 y 1.5% de producto comercial (Urea + KNO<sub>3</sub>) + elementos menores, la composición de dichos productos la muestra el cuadro 5.

Cuadro 5. Porcentaje de nutrientes aplicar por cada unidad del producto comercial.

	N	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Co
%	59	46	10	2.0	0.04	3	0.25	0.04	4	0.005	0.002

Al combinar los niveles de los dos factores obtenemos los 9 tratamientos que se incluyeron en el experimento.

Cuadro 6. Tratamientos evaluados.

Concentración	Época de Aplicación		
	A	B	C
0.5%	T1	T4	T7
1.0%	T2	T5	T8
1.5%	T3	T6	T9

También se incluyó un tratamiento sin fertilización foliar, que se tomo como testigo.

Cuadro 7. Volúmenes de agua aplicados en lts/ha.

EPOCA	# APLICACIONES	CONCENTRACIONES		
		0.5%	1.0%	1.5%
A	4	200	200	200
B	4	400	400	400
C	8	300	300	300

### 7.3 Diseño Experimental.

Se realizó un experimento con 10 tratamientos (un factorial 3x3 + un testigo) en un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones.

Las dimensiones de cada unidad experimental fue de 4.0 m de ancho por 3.3 m de largo, con 5 surcos.

Para evitar el efecto de bordes se eliminaron los surcos laterales y 0.30 m de cada uno de los extremos de los surcos. De esta manera, la parcela neta quedo de 3.2 m de ancho por 2.7 m de largo, con un total de 27 plantas.

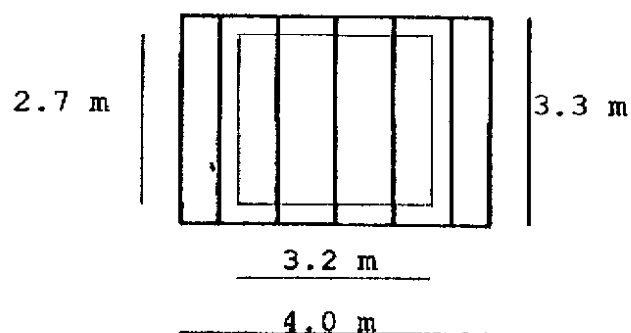


FIGURA 2. Parcela Neta

#### **7.4 Manejo del Experimento.**

El experimento se realizó con prácticas culturales y condiciones de la región de donde se estableció, los cuales son:

##### **7.4.1 Plantulas.**

Debido a una alta incidencia de plagas y enfermedades en la zona ya no se elaboran semilleros, sino que se utilizan piloncitos asegurando de esta forma plantas sanas al momento del trasplante.

##### **7.4.2 Preparación del Terreno.**

La preparación del terreno se llevo a cabo con una pasada de arado y dos de rastra, para luego realizar los surcos, a 0.80 m de distancia.

##### **7.4.3 Trasplante.**

Se realizo por la tarde luego de haber aplicado un riego por la mañana. Se sembró a una distancia de 0.30 m entre planta.

##### **7.4.4 Desinfección del Suelo.**

Este se llevo acabo 8 días después del trasplante el producto que se utilizo fue el Fenamitos (Nemacur) en proporción de 20 kg./ha aplicándolo en bandas laterales sobre el surco, para que con la labor de aporqué se incorpore al suelo.

##### **7.4.5 Fertilización al Suelo.**

Esta se llevo a cabo según análisis de suelos, en donde se encontró deficiente el N y K. Se aplico una dosis de 163 kg/ha de Nitrato de potasio (13-0-46) siete días después del trasplante(ddt) en forma localizada, a los 30 ddt 65 kg/ha de Urea y una tercera a los 60 ddt de 65 kg/ha de Urea. Con lo cual

se aplicó un total de 75 kg de  $K_2O/ha$  y 81 kg de  $N/ha$ , lo que constituye el 50% del requerimiento de la planta(15).

#### 7.4.6 Control de Plagas y Enfermedades.

Dentro de las plagas y enfermedades que se presentaron durante el ciclo del cultivo, haremos un recuento de las más comunes en la zona y su control.

<u>PLAGAS Y ENFERMEDADES</u>	<u>CONTROL</u>
Mosca Blanca ( <u>Bemisia sp</u> )	Confidor (cloro nicotinilo), Evisect(Thiocyclahidrogenoxalato).
Minador( <u>Liriomyza sp</u> )	Vertimec(Abemectin), Decis(deltametrina)
Gusano de la hoja ( <u>Spodoptera, Heliotis</u> )	Nomolt (Benzoilurec Teflubenzuron) Match 5 EC(Benzoil-urec Lufenuron)
Picudo ( <u>Anthonomus eugeni</u> )	Metil Parathion, Regent(Fipronil).
Mal del Talluelo( <u>Pythium sp</u> )	Previcur(Carbamatos), Derosal(Carbendazim)
Marchitez bacteriana ( <u>P. solanacearum</u> )	Agrimicin100(Estreptomicina)
Nematodos	Vydate (Oxamil)

#### 7.4.7 Control de Malezas.

El control de malezas se realizó en forma mecánica, es decir con azadones y bueyes.

#### 7.4.8 Riego.

Este se practicó cuando fue necesario, debido a las lluvias de la época, se utilizo el riego por surcos.

#### 7.4.9 Fertilización Foliar.

Esta se llevó a cabo cada 7 días, se utilizó una bomba de mochila debidamente calibrada, según el tratamiento en cuestión.

#### 7.5 Variable Respuesta.

La variable de respuesta fue el rendimiento de frutos en base seca. Para ello se procedió a cosechar en cada parcela neta de cada tratamiento, el peso seco de frutos a 65°C fue cuantificado en kg/ha.

#### 7.6 Análisis de la información.

A los datos de rendimiento en kg/ha se les realizó un análisis de covarianza (ANCOVA).

Los modelos estadísticos fueron los siguientes:

a) Para evaluar el efecto del testigo:

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

donde:

$Y_{ij}$  = Rendimiento.

U = Media general del rendimiento.

$B_j$  = Efecto del j-esimo Bloque.

$T_i$  = Efecto de la i-esimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental.

b) Para comparar el efecto de las épocas y las dosis de aplicación de fertilizante foliar.

$$Y_{ijk} = U + A_i + C_j + AC_{ij} + B_k + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Rendimiento

$U$  = Media general del rendimiento.

$A_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima época de aplicación ( $i= 1..3$ )

$C_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima dosis de Fertilizante foliar  
( $j=1..3$ )

$AC_{ij}$  = Efecto de la interacción entre dosis y época.

$B_k$  = Efecto del  $K$ -ésimo bloque ( $k= 1..4$ )

$E_{ijk}$  = Error experimental.

## 8. RESULTADOS y DISCUSION

El experimento proporcionó información acerca del rendimiento de frutos producido por cada uno de los tratamientos, para el análisis se considero como covariable el número de plantas cosechadas por cada tratamiento. Los frutos se secaron a 65°C hasta peso constante para expresar el rendimiento de frutos en base seca. Los datos se presentan en el Cuadro 11 del Apéndice.

Cuadro 8. Análisis de covarianza para el rendimiento en peso seco expresado en kg/ha.

FV	GL	SC	CM	F	p>F
Covariable	1	1105888.00	1105888.00	4.6650	0.038
Tratamientos	9	3129368.25	347707.59	1.4667	0.212
Bloques	3	1119801.87			
Error	26	6163616.00	237062.15		
Total	39	11518674.12			

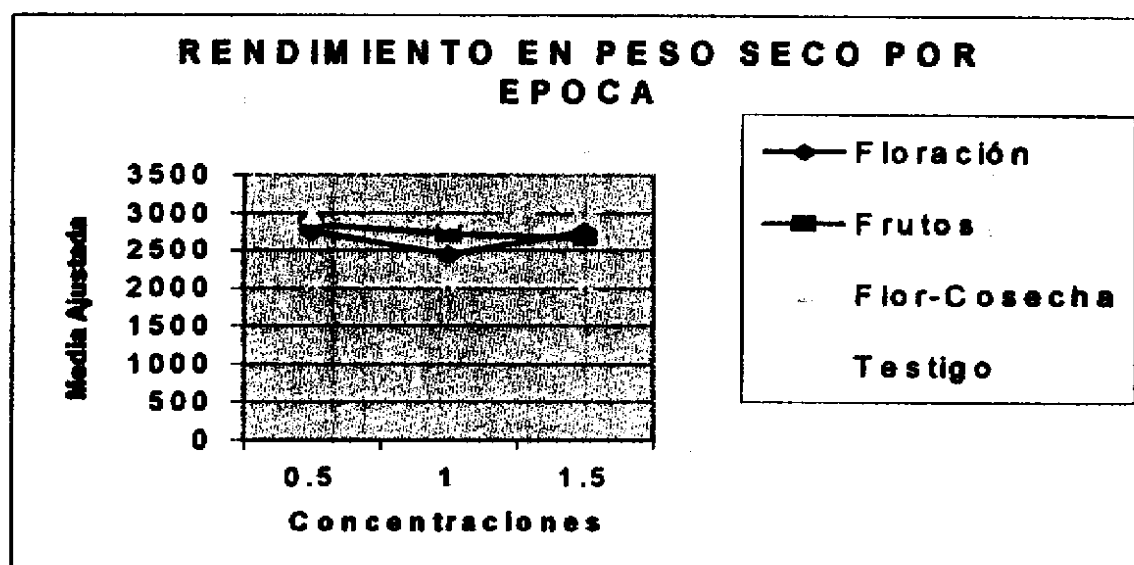
C.V.= 17.93

Según el análisis de covarianza la utilidad de corregir el rendimiento de acuerdo al número de plantas cosechadas ( $p>F= 0.038$  para la covariable) es importante, mientras que las diferencias en el rendimiento, generadas por el efecto de los tratamientos son despreciables o no significativos ( $P>F$  de 0.212), de ello se deduce que no hubo efecto de la fertilización foliar sobre el rendimiento.

En el Cuadro 9, se presentan las medias corregidas de los tratamientos evaluados.

Cuadro 9. Rendimiento en peso seco de promedio corregido para cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO		Media Ajustada del Rendimiento en Kg/Ha.
Dosis del Fertilizante Foliar	Epoca de Aplicación	
0.5	Floración	2755.0876
1.0	Floración	2437.3598
1.5	Floración	2755.8598
0.5	Formación de frutos	2853.4777
1.0	Formación de frutos	2718.3000
1.5	Formación de frutos	2668.2421
0.5	Floración - cosecha	2944.1923
1.0	Floración - cosecha	2886.9653
1.5	Floración - cosecha	3099.8549
Testigo		2037.9276





Cuadro 10. Análisis de varianza para el rendimiento en peso seco expresado en kg/Ha.

F.V.	G L	S C	C M	F	P>F
Repeticiones	3	1539520	513173.343	1.7328	0.186
Epocas	2	535936	267968.000	0.9048	0.579
Dosis	2	617856	308928.000	1.0431	0.369
Interacción	4	226112	56528.000	0.1909	0.939
Error	24	7107648	296152.000		
Total	35	10027072			

C.V. = 19.44%

Como puede observarse no existen diferencias que estadísticamente sean significativas entre el testigo y los tratamientos evaluados, lo cual nos muestra que la fertilización al suelo, realizada al testigo más los elementos que se encontraban disponibles según el análisis de suelo, fueron suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta. Así como también podemos observar en el Cuadro 9 que no existen diferencias significativas entre las épocas y las dosis de aplicación del fertilizante foliar.

Aunque en investigaciones sobre la fertilización foliar y la literatura indican que esta forma de suministrar los nutrientes a la planta, especialmente los elementos menores o microelementos son puestos a disposición de la planta, en el momento y cantidad oportuno y necesaria, en este caso no se logro confirmar. Las razones de lo anterior posiblemente tienen que ver con que el chile chocolate es una especie que aprovecha muy bien los elementos del suelo, además debemos tener en cuenta la época en que se estableció el ensayo, ya que fue en los meses de

Mayo-Julio, periodo en el cual se presentaron constantes precipitaciones las cuales proporcionan un medio de desarrollo ideal para la asimilación de nutrientes del suelo tanto de los que estaban disponibles en el mismo, como los que suministramos en las fertilizaciones realizadas. Esto vino a contrarrestar a que existieran diferencias en los tratamientos foliares tanto en época como en dosis, ya que si nos podemos dar cuenta las fertilizaciones foliares son un complemento nutricional en las plantas dado en muchos casos por distintos factores como: un estrés hídrico, fijación de nutrientes en el suelo, ataque de plagas y enfermedades, provocando con ello un desbalance en la fisiología de la planta, situación que en la presente investigación no se dio dadas las condiciones optimas de clima, proporcionadas por la época de lluvia.

Se debe considerar la importancia que pudiera tener la fertilización foliar en la zona en época seca debido a las condiciones, ya que se presenta mayores problemas con plagas y el estrés que la planta debe soportar con temperaturas altas y sin precipitación pluvial.

## 9. CONCLUSIONES

1. La aplicación de N, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo y Co en forma foliar no logro incrementar el rendimiento de frutos en base seca, de chile chocolate en la Fragua, Zacapa.
2. Ni la época de aplicación ni la dosis empleada en la fertilización foliar de Chile Chocolate aplicada como un complemento a la fertilización al suelo produjo diferencias significativas en el rendimiento en base seca de chile Chocolate en la Fragua, Zacapa.

## 10. RECOMENDACIONES

Continuar con las evaluaciones en la época seca donde el clima no afecte los resultados obtenidos, así como de otros factores productivos en el cultivo de chile chocolate de tal manera se logre que su cultivo se difunda en el Valle de la Fragua, Zacapa, ya que puede constituir una opción rentable al productor.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. AVILA QUIROA, J.E. 1996. 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. 97 p.
2. AZURDIA PEREZ, C.A. 1984. Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género Capsicum en el norte, oriente y centro de Guatemala. Tikalía (Gua) 3(1):57-75.
3. BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. México, A.G.T. Editor. 784 p.
4. BOYNTON, D. 1954. Nutrition by foliar application. Ann. Rev. Plant Physiology (USA) 5:31-54.
5. CASSERES, B. 1969. Producción de hortalizas. México, Herrero. 300 p.
6. CHONAY, J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L) Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 107 p.
7. COOKE, G.W. 1981. Fertilizantes y sus usos. Trad. por Alonso Blanckaller Valdés. México, Continental. 180 p.
8. COOSEMANS N., J.F. 1982. Efecto de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de piña (Anana comosus Merr) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
9. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. FRANKE, W. 1967. Mechanisms of foliar penetration of solutions. Ann. Rev. Plant Physiology (USA) 17:281-300.

11. GONZALES S., M.; AZURDIA P., C.A. 1985. Los recursos genéticos de algunos cultivos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Unidad de Comunicación Social. 35 p.
- 12.----- . 1986. Informe final del proyecto recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 256 p.
13. GUDIÉL, V.M. 1980. Manual agrícola Superb. Guatemala, Superb. 291 p.
14. HOLIE, M. 1977. Las hortalizas en la alimentación de Centro América en base a la evaluación nutricional de la población, realizada por INCAP. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.
15. HUN CAL, E.D. 1994. Evaluación de niveles de N-P-K y acumulación de N, P, K, Ca y Mg en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de chile chocolate (Capsicum annum L.), en la finca Sabana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
16. MAROTO, J.V. 1986. Horticultura herbácea especial. 2 ed. España, Mundi Prensa. p 389-405.
17. MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1962. Presente y pasado del chile en México. México. 80 p.
18. PERDOMO, R.; HAPTONHE, E.C. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Producciones de Materiales. 336 p.
19. 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.
20. SIMMONS, N.W. 1979. Evolution of plant crops. London, United Kingdom, Longman. 339 p.
21. SMITH, R.C.; EPSTEIN, E. 1964. Ion absorption by shoot tissue; technique and first finding with excised leaf tissue of corn. Plant Physiol (USA) 39:338-341.

22. TROCME, S.; RAYMOND, G. 1966. Suelo y fertilización en fruticultura. Madrid, España, Mundi-prensa. 364 p.

23. WITTWER TEUBNER, F.G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. Ann. Rev. Plant Physiology (USA) 17:13-32.



V. Bo. Rolando Barrios.

**APENDICE**



Cuadro 11 A. Lectura de datos durante la fase de campo y transformación a rendimiento en peso seco expresado en Kg/ha.

Epoca	Dosis	Bloque	No Plantas cosechadas	Peso Fresco Lbs	Humedad %	Rendimiento en base Seca en Kg/ha
Floración	0.5	1	23	18.88	79.97	2652.662379
Floración	0.5	2	24	15.81	79.97	2221.340468
Floración	0.5	3	25	13.78	79.97	1933.310887
Floración	0.5	4	20	17.5	79.97	2458.789282
Floración	1.0	1	23	12.38	81	1649.971942
Floración	1.0	2	22	20.06	81	2673.540665
Floración	1.0	3	27	13.58	81	1807.236057
Floración	1.0	4	23	15.69	81	2091.119529
Floración	1.5	1	22	19	80.89	2548.927809
Floración	1.5	2	27	21.63	80.89	2999.47801
Floración	1.5	3	23	12.31	80.89	1650.140803
Floración	1.5	4	18	16.12	80.89	2180.857003
Formación Frutos	0.5	1	21	18.5	81.04	2480.43771
Formación Frutos	0.5	2	23	19.56	81.04	2601.414141
Formación Frutos	0.5	3	20	15.12	81.04	2010.809091
Formación Frutos	0.5	4	21	18.19	81.04	2419.208754
Formación Frutos	1.0	1	22	17	80.29	2350.378788
Formación Frutos	1.0	2	24	14.31	80.29	1978.485009
Formación Frutos	1.0	3	24	21.56	80.29	2680.833333
Formación Frutos	1.0	4	22	14.2	80.29	1833.287576
Formación Frutos	1.5	1	22	20.31	82.68	2470.366162
Formación Frutos	1.5	2	22	16.64	82.68	2080.482983
Formación Frutos	1.5	3	22	20.5	82.68	2493.476431
Formación Frutos	1.5	4	24	16.31	82.68	1983.634175
Flor - Cosecha <sup>1</sup>	0.5	1	23	12.94	80.17	1799.945268
Flor - Cosecha	0.5	2	21	20.19	80.17	2608.415404
Flor - Cosecha	0.5	3	26	16.31	80.17	2288.710017
Flor - Cosecha	0.5	4	18	19.44	80.17	2704.090609
Flor - Cosecha	1.0	1	25	17.31	81.97	2189.248737
Flor - Cosecha	1.0	2	25	25.94	81.97	3280.711279
Flor - Cosecha	1.0	3	24	17.12	81.97	2165.218655
Flor - Cosecha	1.0	4	23	18.56	81.97	2347.340067
Flor - Cosecha	1.5	1	27	28.28	82.2	3182.68718
Flor - Cosecha	1.5	2	25	24.44	82.2	3295.64423
Flor - Cosecha	1.5	3	26	19.38	82.2	2419.781145
Flor - Cosecha	1.5	4	18	16.44	82.2	2052.693603
Testigo		1	27	17.5	82.09	2198.54798
Testigo		2	20	13.63	82.09	1712.354768
Testigo		3	25	11.08	82.09	1389.482323
Testigo		4	23	12.69	82.09	1594.261384

<sup>1</sup> Flor-cosecha: Epoca que comprende desde la floración hasta la cosecha.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. Sem.029-2000

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE EPOCAS Y DOSIS DE FERTILIZACION FOLIAR,  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE CHILE CHOCOLATE (Capsicum  
annuum L.), EN LA FRAGUA, ZACAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GUSTAVO INDALECIO VENTURA TOBAR

CARNET No. 9316450

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Domingo Amador Pérez  
Ing. Agr. Anibal Sachajá Galindo  
Ing. Agr. Vicente Martínez Arévalo  
Ing. Agr. Estuardo Roca Canet

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. M.Sc. Masino Barrientos García  
ASESOR

  
Ing. Agr. M.Sc. José Jesús Chonay  
ASESOR



  
Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila  
DIRECTOR DEL IIA.

IMPRIMASE

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera  
DECANO



cc:Control Académico  
IIA.  
Archivo  
AH/prc

APARTADO POSTAL 1545 § 01001 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: [liusec.edu.gt](mailto:liusec.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>