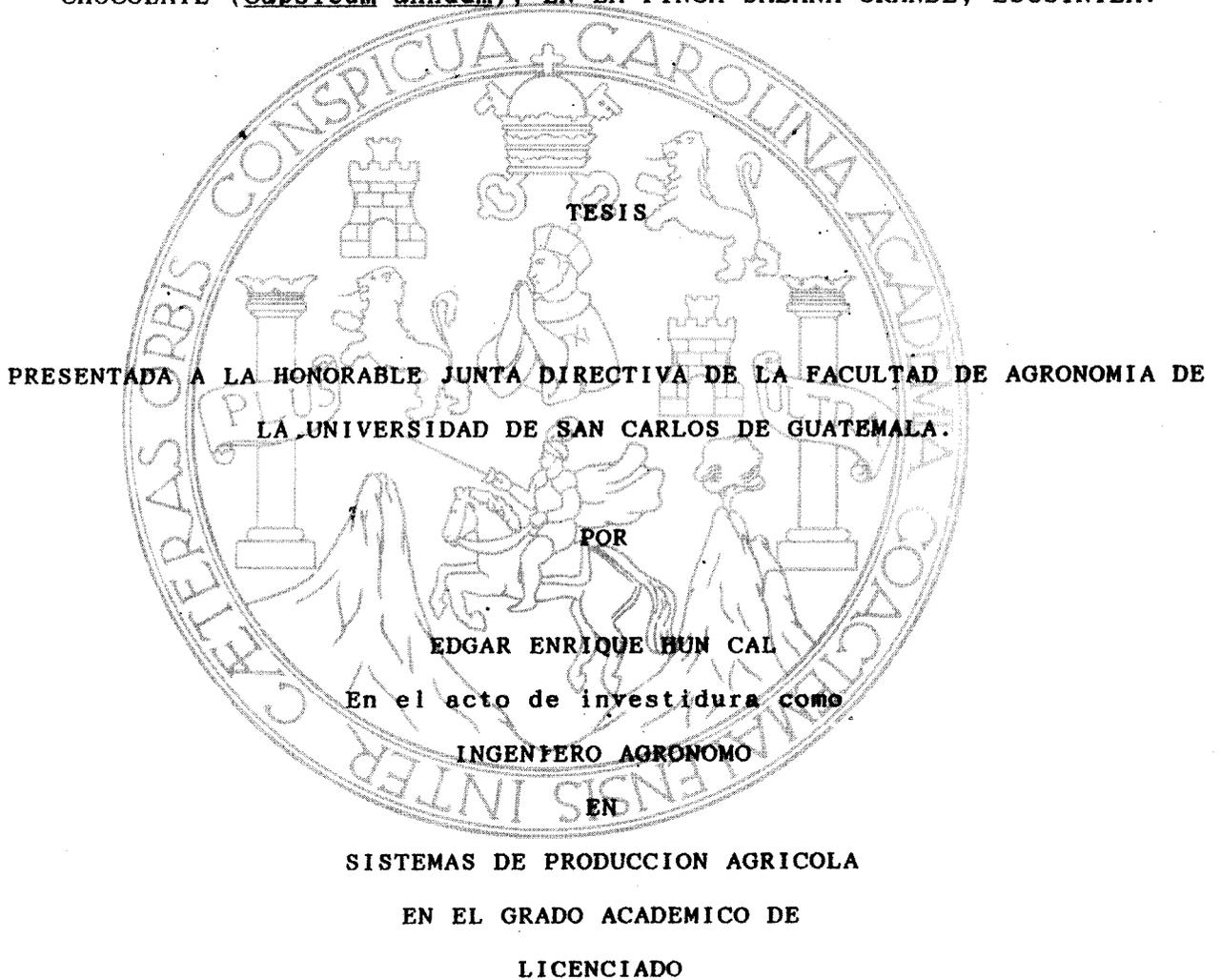


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE NIVELES DE N-P-K Y CUANTIFICACION DE LA ACUMULACION DE N,
P, K, Ca y Mg EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE CHILE
CHOCOLATE (Capsicum annum), EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA.



Guatemala, mayo de 1994.

DL
C1
7/18/41

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL I	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL II	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL III	Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
VOCAL IV	P. Agr. Milton Sandoval Guerra
VOCAL V	Br. Juan Gerardo De León
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Guatemala, 6 de mayo de 1994.

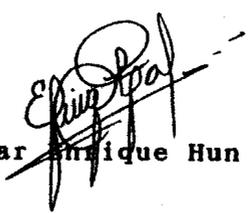
Señores
Honorable Junta Directiva
Honorable tribunal examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

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 DE NIVELES DE N-P-K Y CUANTIFICACION DE LA ACUMULACION DE N, P, K, Ca y Mg EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE CHILE CHOCOLATE (Capsicum annuum), EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA.

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

Respetuosamente,


Edgar Enrique Hun Cal

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES

**ANSELMO HUN I.
MARCELA CAL I.**

A MIS HERMANOS

**CARLOS HUMBERTO
VICTOR ANSELMO (Q.E.P.D.)
MARTA ELENA
LUIS ADOLFO
MARIA GUADALUPE
RUBEN DARIO
CESAR GABRIEL
OSCAR ALFREDO**

A MI NOVIA

ENMA VICTORIA URRUTIA GARCIA

A MIS SOBRINOS

CINDY ELENA y JOSE C. ENRIQUE

A MI CUÑADO

JOSE HUMBERTO SUC P.

A LA FAMILIA

**GARCIA URRUTIA, EN ESPECIAL
A SINGRID MABELI**

A MIS AMIGOS

**Ing. Agr. ERICK MARTINEZ GONZALES
Ing. JULIO RODAS
P.C. NIRAY O. LOPEZ CHAY.
P. Agr. Mario E. Paz Ayala
P.C. Jorge R. Vazques D.**

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

SAN CRISTOBAL VERAPAZ

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento sincero a mis asesores Ing. Agr. M.C. José Jesús Chonay Pantzay e Ing. Agr. M.C. Fernando Rodríguez Bracamonte, por su orientación en el 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 brindado en la realización de la presente investigación.

A la Sección de Asfaltos de la Dirección General de Caminos, en especial al señor Oliverio Napoleon Pinto Machón por el permiso académico brindado.

A los compañeros del laboratorio de análisis de suelo-planta de la Facultad de Agronomía, en especial al Ing. Agr. Aníbal Ovidio Sacbajá Galindo por su orientación en el trabajo.

Al Laboratorio de Suelos y nutrición mineral de la Asociación Nacional del Café por su colaboración en el análisis químico foliar.

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

CONTENIDO

	Página
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
3.1.1 Antecedentes históricos	3
3.1.2 Situación y distribución de <u>Capsicum</u> sp. en Guatemala	4
3.1.3 Importancia nutricional	6
3.1.4 Usos e Industrialización	7
3.1.5 Investigaciones realizadas	7
3.1.6 Análisis de tejido vegetal	8
3.1.7 Factores a considerar en el muestreo	9
3.1.8 Funciones de los elementos minerales en la planta	10
3.2 MARCO REFERENCIAL	11
3.2.1 Descripción del área experimental	11
3.2.1.1 Localización	11
3.2.1.2 Características climáticas	12
3.2.1.3 Condiciones edáficas	12
3.2.1.4 Características del chile chocolate	13
4. OBJETIVOS	14
5. HIPOTESIS	14

	viii
6. METODOLOGIA	15
6.1 muestreo del suelo	15
6.2 Fuentes y niveles evaluados	15
6.3 Tratamientos y diseño experimental	16
6.4 Unidad experimental	20
6.5 Variables de respuesta	20
6.6 Manejo del experimento	21
6.6.1 Semillero	21
6.6.2 Preparación del terreno	21
6.6.3 Cuidados preliminares al trasplante	22
6.6.4 Trasplante	22
6.6.5 Fertilización	22
6.6.6 Control de malezas	22
6.6.7 Control de plagas y enfermedades	23
6.6.8 Cosecha	23
6.7 Análisis de la información	23
6.7.1 Análisis químico del tejido vegetal	23
6.7.2 Análisis estadístico de las variables	23
7. RESULTADOS Y DISCUSION	25
7.1 Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta	25
7.2 Variables de rendimiento de fruto	33
7.3 Comparación gráfica del rendimiento de fruto	36
8. CONCLUSIONES	39
9. RECOMENDACIONES	40
10. BIBLIOGRAFIA	41
11. APENDICE	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	página
1. Acumulación promedio de N, P, K, Ca y Mg, expresado en miligramos por planta, durante el ciclo del cultivo de chile chocolate.	30
2. Rendimiento promedio de frutos por planta por efecto de los tratamientos evaluados.	37
3. Rendimiento promedio de fruto fresco, expresado en gramos por planta, por efecto de los tratamientos evaluados.	38
4. Rendimiento promedio de fruto seco, expresado en gramos por planta, por efecto de los tratamientos evaluados.	39
5A. Distribución y aleatorización de los tratamientos en el campo.	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Zona de distribución del Chile Chocolate (<u>Capsicum annuum</u>) en la república de Guatemala.	5
2. Composición bromatológica del chile chocolate (<u>Capsicum annuum</u>).	7
3. Resultados del análisis químico de la muestra de suelo del área experimental.	15
4. Composición química de las fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio.	16
5. Factores y niveles sometidos a evaluación.	16
6. Descripción de los tratamientos evaluados.	17
7. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en mg por planta, en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate, por efecto de los niveles de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O.	26
8. Análisis de varianza para la acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en miligramos por planta, por efecto de las etapas de desarrollo de la planta y niveles de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O.	28
9. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate (<u>Capsicum annuum</u>).	29
10. Análisis de varianza para rendimiento de fruto, expresado en frutos por planta, peso de fruto fresco y fruto seco a 65°C en gramos por planta, por efecto de los niveles N, P ₂ O ₅ y K ₂ O.	33
11. Comparación de medias para frutos por planta por efecto de los niveles de N y P ₂ O ₅ .	34

12. Comparación de medias para peso de fruto fresco y peso de fruto seco a 65°C, en gramos por planta, por efecto de los niveles de N y K₂O. 35
- 13A. Producción de materia seca, en gramos por planta, en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate (Capsicum annuum), por efecto de la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O. 45
- 14A. Concentración de N, P, K, Ca y Mg, expresado en porcentaje en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate (Capsicum annuum) por efecto de la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O. 46
- 15A. Rendimiento de fruto del cultivo de chile chocolate obtenido con cada uno de los tratamientos sometidos a evaluación. 47
- 16A. Rendimiento de frutos del cultivo de chile chocolate y nutrientes acumulados en la etapa de fructificación por efecto de la combinación de los niveles de N y K₂O. 48

" EVALUACION DE NIVELES DE N-P-K Y CUANTIFICACION DE LA ACUMULACION DE N, P, K, Ca y Mg EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE CHILE CHOCOLATE (Capsicum annuum), EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA. "

" EVALUATION OF LEVELS OF N-P-K AND MEASUREMENT OF THE ACUMULATION OF N, P, K, Ca AND Mg IN VARIOUS STAGES OF GROWTH OF THE CHILE CHOCOLATE CROP (Capsicum annuum) CULTIVATED ON THE SABANA GRANDE FARM, ESCUINTLA."

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la estación experimental del Centro Universitario del sur, ubicada en la finca Sabana Grande Escuintla y forma parte del proyecto "desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales" impulsado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El propósito fue cuantificar en la planta la acumulación de los nutrientes N, P, K, Ca y Mg en cuatro etapas de desarrollo y evaluar el efecto de dos niveles de nitrógeno, tres de fósforo y tres de potasio sobre el rendimiento de frutos por planta, peso en gramos por planta de fruto fresco y fruto seco a 65°C. Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo combinatorio de 2x3x3 para los tratamientos. A los valores obtenidos para cada una de las variables se les hizo análisis de varianza y para el caso de frutos por planta, peso fresco y peso seco se realizó una comparación múltiple de medias por el estadístico de Duncan. Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones en que se desarrollo la investigación, la planta acumula diferentes cantidades de nutrientes en cada una de sus etapas de desarrollo, manifestándose la mayor demanda de

nutrientes entre la etapa vegetativa y floración, dándose la máxima acumulación en la etapa de fructificación, y la acumulación fue afectada por las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados también tuvieron efecto sobre el número de frutos, peso fresco y peso seco de frutos. La combinación de los niveles de nitrógeno y fósforo presentaron estadísticamente una igualdad para la variable frutos por planta, con un nivel de confianza de 0.05, mientras que la combinación de los niveles de nitrógeno y potasio influyeron en el peso de frutos, siendo estadísticamente mejor el tratamiento que incluyó la combinación de 150 kg de N/ha y 150 kg de K_2O /ha, con un nivel de confianza de 0.05.

1. INTRODUCCION

El cultivo de chile Capsicum annuum, es para los países latinoamericanos como para Guatemala de importancia alimenticia, debido a que sus frutos son consumidos por un alto porcentaje de la población, constituyéndose parte importante en la dieta básica, se cultiva a nivel interno para autoconsumo y venta en mercados locales, exceptuando algunas variedades que son utilizadas como materia prima para la agroindustria.

El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a partir de 1982 colectó y caracterizó diversos cultivares de Capsicum existentes en el país, lo que permitió seleccionar materiales por su composición bromatológica y rendimiento. Para formular un paquete tecnológico para el cultivo de estos materiales y generar información básica, se han realizado varias investigaciones que permiten establecer las prácticas agronómicas para su manejo, de los cuales se puede mencionar la distancia entre plantas y surcos, además la cuantificación de la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en diferentes etapas de desarrollo para conocer el comportamiento de los requerimientos nutricionales que sirve de base para la formulación de programas de fertilización.

En la presente investigación, se evaluaron los niveles de 100 y 150 kg de N/ha, 25, 50 y 75 kg de P_2O_5 /ha y 50, 100 y 150 kg de K_2O /ha. sobre el rendimiento de frutos, además, se cuantificó la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta en las etapas: juvenil, vegetativa, floración y fructificación, a los 30, 60, 90 y 120 después del trasplante, respectivamente. Para la evaluación de los tratamientos se uso un diseño experimental de bloques al azar con 18 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables de respuesta evaluadas fueron: número de frutos por planta, peso

fresco y seco de frutos en gramos por planta y la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en miligramos por planta.

La investigación fue desarrollada en la estación experimental del Centro Universitario del Sur (CUNSUR), ubicada en la Unidad Docente Productiva "Sabana Grande", Aldea El Rodeo, municipio y departamento de Escuintla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dado a la importancia de los frutos del cultivo de chile en la dieta básica de la población guatemalteca, el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha realizado investigaciones para la caracterización agromorfológica y bromatológicamente de varios cultivares de Capsicum annum, entre ellos el chile chocolate, el cual, según los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas(23), además de ser un estimulante del apetito es nutritivo por su contenido de proteínas y vitaminas A y C.

Pretendiendo integrar este 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", realiza investigaciones en varias localidades para conocer las características agrofisiológicas de cultivares nativos que tienden a establecer las prácticas agronómicas e integrarlas en un sistema de cultivo, dentro de las que destaca la fertilización y requerimiento de nutrientes del cultivo de chile chocolate,

lo que originó la presente investigación y sirva de base en la formulación de programas de fertilización de este cultivo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Antecedentes históricos.

El género Capsicum, comprende especies ampliamente conocidas a nivel mundial, por el papel que juegan en la dieta alimenticia, especialmente en México, Guatemala y Perú. (2) y se considera que las diversas culturas que poblaron Mesoamérica se alimentaban básicamente de maíz, frijol, calabazas y chile, siendo Mesoamérica uno de los centros de domesticación del género Capsicum, en particular de la especie annuum, que es una de las más importantes.(16)

El cultivo de chile es originario de América tropical, donde se ha cultivado desde hace varios años, difundiéndose por todo el mundo después del descubrimiento de América.(7) y la mayor parte de los cultivares de chile se iniciaron a partir de diferentes especies, en diversas áreas en forma independiente, dándose la domesticación de este cultivo directamente por los frutos. Los frutos rojos, decíduos, erectos y pequeños en los cultivares silvestres fueron sustituidos por frutos grandes, a menudo pendientes, no decíduos y con una variedad de colores en adición al rojo, dando de hecho series paralelas de frutos producidos en varias especies cultivadas.(20)

3.1.2 Situación y distribución de Capsicum annuum en Guatemala.

En Guatemala el cultivo de chile ocupa un segundo plano ya que se cultiva en varias localidades pero en extensiones pequeñas, dedicándose la producción de frutos principalmente para consumo y el excedente para la venta en mercados locales. Fuera de esta consideración quedan aquellas variedades de chile mejorados como el Jalapeño y dulce, los cuales tienen demanda para la agroindustria. (10)

Guatemala forma parte del centro de origen y diversidad genética de Capsicum annuum y la mayor parte de chile que se cultivan en el país pertenecen a esta especie.(2), incluyéndose dentro de Capsicum annuum, los chiles conocidos con el nombre común de chile blanco, dulce, serrano, chamborote, jalapeño, diente de perro, chiltepe granudo o tol, chiltepe y el chile chocolate.(3)

La región sur-oriental y oriental de Guatemala es una de las más importantes en la producción de chile a nivel comercial, principalmente el destinado a consumo fresco y para la agroindustria, así como en estado seco para consumo familiar. En áreas aledañas al río motagua son cultivados el chile dulce, serrano, jalapeño y chocolate, en algunas localidades del departamento de Jutiapa el chile dulce, serrano y jalapeño, mientras que las áreas importantes para el chile chocolate, están ubicadas en el departamento de Santa Rosa, tales como Taxisco y Chiquimulilla. El departamento de Escuintla y los restantes, correspondientes a la costa sur-occidental de Guatemala, presentan similitud con los departamentos ubicados en la misma franja costera en cuanto a germoplasma de Capsicum, ya que en toda la franja se encuentran cultivares de chile blanco, diente de perro, coco o chiltepe granudo, Santo Domingo, chiltepe, cobanero, granudo, cuerudo, serrano y chocolate. (3)

La zona de distribución de chile chocolate es la región cálida del país, principalmente el departamento de Izabal y la costa sur tal como se presenta en el cuadro 1. (3)

CUADRO 1. Zona de distribución del Chile Chocolate (*Capsicum annuum*) en la república de Guatemala.

# Colecta	Departamento	Lugar	Altitud msnm
23	Escuintla	Guanagazapa	315
81	Zacapa	Cabañas	214
286	Jalapa	Sn Luis Jilotepeque	820
337	Jutiapa	Río de la virgen	900
424	Izabal	Bucaral, Omagua, P.B.	15
520	Peten	Tamarindo, Sayaxché	180
524	Peten	Sn Joaquín, 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 Fco. Sn Miguel ChicaJ	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: Archivo del programa de recursos fitogenéticos de Guatemala, FAUSAC.

En los parcelamientos agrarios paralelos 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. (3)

En las localidades con clima seco, principalmente del 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 el fruto de chile, principalmente las comunidades de origen Kekchí. De esta manera, en los mercados locales es frecuente encontrar la venta de chile seco en polvo llamado "Cobanero", el cual es obtenido a partir del cultivar llamado cobanero o del cahabonero, aunque a veces lo obtienen del chile chocolate. Es así que 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. (3)

3.1.3 Importancia nutricional.

El fruto de chile posee nutrimentos, proteínas, vitaminas A, B1, B2 y C, tiamina y riboflavina, pequeñas cantidades de aceites esenciales al cual deben su olor. Además, contiene 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 varían según el cultivar y las condiciones ecológicas en las cuales se han cultivado. (3)

El análisis bromatológico demuestra que el fruto conserva su alto valor nutritivo, como las vitaminas A y C. (12), como se presenta en el cuadro 2.

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

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

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

3.1.4 Usos e Industrialización.

El fruto de chile es empleado para condimentar toda clase de comidas, usado en fresco o seco. México es uno de los países donde existe mayor consumo de chile como condimento. (9), además, es utilizado en encurtidos como especias, salsas, rellenos, paprika, enlatado en fresco y otros. (21)

En la medicina entra en la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastro-intestinal y algunos casos de diarrea. (16)

A nivel nacional son muy pocos los chiles que se han industrializado, dentro de los cuales se pueden mencionar: chile pimiento, chile dulce, chile serrano y el Jalapeño y según los estudios realizados, Guatemala cuenta con varios cultivares de chile que podrían industrializarse. (3)

3.1.5 Investigaciones realizadas.

A nivel 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 condiciones de invernadero, para la variedad lamuyo, recolectado en verde con una producción de 370 kg/área es: 3.36 kg/N, 1 kg/P₂O₅, 6.35 kg/K₂O y 0.42

kg/MgO. Sin embargo, si la recolección se efectúa sobre pimiento rojo para una producción de 210 kg/área, la acumulación asciende a 4.1 kg/N, 1.2 kg/P₂O₅, 6.75 kg/K₂O y 0.54 kg/MgO.(15)

Según INVUFLEC, citado por Maroto (15), para una cosecha de 54 tm/ha de la variedad pimiento dulce de las ladas, el nivel de extracciones por ha., es de 201 kg/N, 56 kg/P₂O₅, 269 kg/K₂O, 160 kg/CaO y 40.6 kg/MgO.

En un estudio realizado, en el cultivo de chile variedad Keystone resistant giant, por Miller, citado por Maroto(15), en el cual se consideró la 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 trasplante, pero, la tasa absoluta de absorción de nutrientes es de los 56 y los 70 días después del trasplante, es decir en el período 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 trasplante 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 y el manejo del cultivo.

3.1.6 Análisis de tejido vegetal.

La identificación de síntomas de deficiencia y el análisis químico de suelo-planta, constituyen una ayuda para determinar la cantidad del abono.(5)

El análisis químico de planta, es un método utilizado para el diagnóstico del estado nutricional de la planta y consiste en determinar el contenido total de nutrientes, mientras que el análisis químico de suelo determina el contenido de nutrientes en la solución del sustrato.(14)

Los datos obtenidos del análisis químico de planta reflejan una correspondencia de la capacidad de suministro de nutrientes del suelo asociado con la influencia de factores externos. (6)

Los análisis de plantas se basan en la premisa de que la cantidad de un elemento dado en la planta es una indicación del suministro de este nutriente en particular y por lo tanto se relaciona directamente con la cantidad presente en el suelo. (21)

3.1.7 Factores a Considerar en el muestreo.

Durante la toma de muestras es importante seguir cierto método, dado a que los niveles de nutrientes varían entre las diferentes partes de la planta y cambian de acuerdo a su estado de desarrollo. (13)

La necesidad de las plantas en nutrientes es al momento de la formación de los órganos reproductivos. Si el campo se ha de muestrear una sola vez durante la temporada para determinar el programa de fertilización, este es el mejor momento para hacerlo. (22)

Para el muestreo se deben de considerar varios factores tales como: parte de la planta a muestrear, frecuencia de muestreo y conocer los niveles críticos de cada nutriente. además se recomienda adoptar una hora estándar, ya que el nivel de algunos elementos en la planta, como el nitrógeno y potasio, fluctúan con el contenido de humedad e intensidad de los mismos. Si se toman muestras en la tarde, cuando la humedad de los tejidos es menor y se considera un nivel crítico de muestras tomadas en la mañana, se introduce un error en la interpretación de la información. Por consiguiente, se recomienda realizar el muestreo en la mañana. (22)

3.1.8 Funciones de los elementos minerales en la planta.

Los elementos minerales desempeñan funciones distintas en las plantas: electroquímicas, estructurales y catalíticas. Dentro de las funciones electroquímicas se incluyen el balance de concentraciones iónicas, la estabilización de macromoléculas, neutralización de cargas y otros. El papel estructural lo desempeñan elementos incorporados a la estructura química de moléculas biológicas o que se usan en la síntesis de polímeros estructurales y las funciones catalíticas lo desempeñan los elementos involucrados en los sitios activos de las enzimas. (4)

3.1.8.1 Nitrógeno.

Es absorbido por la planta en forma de nitrato, amonio, como compuesto orgánico y en forma de Urea. Es de mucha importancia debido a su participación estructural en la molécula proteica, ácidos nucleicos y otras sustancias importantes. No se ha definido ninguna función específica catalítica o electroquímica a parte del hecho de estar estructuralmente implicado en la mayoría de moléculas catalíticas. (4)

3.1.8.2 Fósforo.

Es absorbido en forma inorgánica como ión fosfato monovalente (H_2PO_4^-) y divalente (HPO_4^{2-}). Es tan importante como el nitrógeno como parte estructural de muchos compuestos, principalmente ácidos nucleicos y fosfolípidos, además desempeña una función indispensable en el metabolismo energético. (4)

3.1.8.3 Potasio.

Es absorbido en forma de K^+ , prevalece en las plantas y es considerado importante en todo el metabolismo de la planta. No tiene función estructural, sin embargo desempeña numerosos papeles catalíticos que en su mayoría no están claramente definidos. (4)

3.1.8.4 Calcio.

Es absorbido en forma de Ca^+ y desempeña funciones estructurales en la planta, es importante en la síntesis de péctina de la lamina media de la pared celular, y está involucrado en el metabolismo o formación del núcleo y las mitocondrias. (4)

3.1.8.5 Magnesio.

Es absorbido en forma de Mg^+ y desempeña importantes funciones en el proceso fotosintético y en el metabolismo energético. Forma parte importante de la molécula de clorofila por lo que es esencial en la fotosíntesis. (4)

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Descripción del área experimental

3.2.1.1 Localización.

La investigación se realizó en la estación experimental del Centro Universitario del Sur, ubicada en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Aldea El Rodeo, municipio y departamento de Escuintla. Geográficamente localizada a $14^{\circ} 23'$ Latitud norte y $90^{\circ} 49'$ Longitud Oeste, con una altitud promedio de 770 msnm. Dista a 12 km de la cabecera departamental de Escuintla, con rumbo a la Antigua Guatemala.

3.2.1.2 Características climáticas.

Según el Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala, publicado por el Instituto Nacional Forestal (11), el área del ensayo se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque muy Húmedo Sub-tropical (cálido), bmh-s (c).

La temperatura media anual de la zona es 24.7°C, con una precipitación promedio de 3,056 mm y Humedad relativa promedio anual de 71.7%. De Noviembre a Abril el área está sujeta a fuertes vientos que soplan en dirección NS y NO a velocidades que alcanzan los 60 Km/hora. (18)

3.2.1.3 Condiciones edáficas.

El suelo del área experimental pertenece a la serie de suelos Alotenango, los cuales son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica reciente, sueltos y de color oscuro; textura franco-arenoso y pH ligeramente ácido.(21)

En un estudio de los suelos de la finca Sabana Grande, se indica que éstos pertenecen a la serie de suelos Alotenango, con un alto porcentaje de partículas de arena, lo cual le da baja estabilidad estructural, permeables al agua y aire, con alta capacidad de infiltración, alto contenido de materia orgánica, lo que contribuye en la capacidad de retención de humedad y fertilidad del suelo. La reacción del suelo en general es ligeramente ácida y el mineral de arcilla presente en mayores cantidades es el amorfo alofánico.(18)

3.2.1.4 Características del chile chocolate (Capsicum annuum).

Tomando en consideración la zona de vida del lugar de recolección, se utilizó el cultivar de chile chocolate, identificado por el banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía con el número 899, el cual fué colectado en San Eusebio, Malacatán, departamento de San Marcos, ubicado a 16° 43' Latitud N y 90° 05' longitud O, a una altitud de 200 msnm, con zona de vida bosque subtropical muy húmedo cálido, similar al lugar donde se realizó la investigación.(3)

La planta presenta un hábito de crecimiento erecto; la pubescencia de los tallos y nudos es de abundante o esparcida; tallos de color verde y nudos purpura o verde; pedicelo pendiente, intermedio o erecto; caliz intermedio o dentado; corola blanca, verdosa o blanco verdosa; anteras azules, azul pálido o purpura, filamento blanco o azul; estigama exserto; ausencia de constricción anular en la unión del cáliz y el pedicelo; frutos en posición erecta, intermedia o pendiente, cuando inmaduros son verdes, con ausencia de antocianinas, al alcanzar la madurez se tornan rojos y persiste la ausencia de antocianinas, tienen forma elongada, base obtusa o aguda, ápice puntiado y no presenta cuello en la base, es picante, con periferia intermedia, ligeramente corrugado o muy corrugado, semillas pajizas. Las dimensiones de los frutos son: largo 8.48 cm en promedio y un rango de 7.0 a 9.96 cm; ancho 1.69 cm, rango 1.1-1.85 cm; grosor del pericarpio 1.23 mm, rango de 0.5 a 1.8 mm. (23)

Otro estudio realizado por Avila (1), en un cultivar de chile chocolate, indica que la planta florece a los 40 días después del trasplante, y fructifica a los 85 días después del trasplante.

4. OBJETIVOS

- 4.1 Determinar la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en las etapas: juvenil, vegetativa, floración y fructificación de la planta de chile chocolate por efecto de la aplicación al suelo de dos niveles de N, tres de P_2O_5 y tres de K_2O .
- 4.2 Evaluar el efecto de la aplicación al suelo de dos niveles de N, tres de P_2O_5 y tres de K_2O sobre el rendimiento de frutos del cultivo de chile chocolate, bajo condiciones de la finca Sabana Grande, Escuintla.

5. HIPOTESIS.

- 5.1 La acumulación de N, P, K, Ca y Mg es diferente en cada una de las etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate por efecto de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O aplicados al suelo.
- 5.2 El rendimiento de frutos del cultivo de chile chocolate varía con la aplicación de los diferentes niveles de N, P_2O_5 y K_2O aplicados al suelo.

6. METODOLOGIA

6.1 Muestreo de suelo.

Para determinar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, antes del ensayo en el área experimental se obtuvo una muestra compuesta de suelo a una profundidad de 0-30 cm.

La solución extractora para el análisis químico de la muestra de suelo, fué la de Carolina del Norte, la cual es recomendada para la extracción de elementos disponibles en suelos de la serie alotenango. (18), los resultados analíticos de la muestra de suelo del área experimental se presentan en el cuadro 3.

CUADRO 3. Resultados del análisis químico del suelo del área experimental.

pH	microgramos/ml		meg/100 ml		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K
	P	K	Ca	Mg			
7.6	1.55	135	11.85	6.32	2:1	18:1	52:1

FUENTE: Laboratorio de análisis de Suelo-Planta-agua "Salvador Castillo" FAUSAC.

Los resultados del análisis químico (cuadro 3), reflejan que este suelo es deficiente en fósforo y contenido adecuado de potasio. El contenido de Calcio y Magnesio es alto. Las relaciones de Ca/Mg, Mg/K y Ca+Mg/K en este suelo se encuentran altos, lo cual provoca un desbalance en la disponibilidad de potasio, lo que implica la adición de este nutriente al suelo.

6.2 Fuentes y niveles evaluados de N, P₂O₅ y K₂O.

Con la base de los resultados del análisis químico de la muestra de suelo (cuadro 3), se definieron para el efecto de la investigación dos

niveles de Nitrógeno, tres de Fósforo y tres de Potasio, utilizándose como fuente de Nitrógeno la Urea, para Fósforo el Fosfato monoamónico y para Potasio el Cloruro de Potasio. La composición química de estas fuentes se presentan en el cuadro 4 y los niveles sometidos a evaluación en el cuadro 5.

CUADRO 4. Composición química de las fuentes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

FUENTE	COMPOSICION QUIMICA
Urea	46% N
Fosfato monoamónico (MAP)	10%N-50%P ₂ O ₅ -1.8%Ca-0.7%MgO-2.3%S
Cloruro de Potasio (KCl)	60% K ₂ O

CUADRO 5. Factores y niveles de N, P₂O₅ y K₂O sometidos a evaluación.

Nutriente	kg/ha			Fuente
	100	150		
N	100	150		Urea
P ₂ O ₅	25	50	75	MAP
K ₂ O	50	100	150	KCl

6.3 Tratamientos y Diseño experimental.

Mediante un arreglo combinatorio de 2x3x3 de los factores, se obtuvieron un total de 18 tratamientos, los cuales se detallan en el cuadro 6, y su distribución en el campo en la figura 5A. Además, en cada una de las repeticiones se incluyó una unidad experimental control sin aplicación de fertilizante, al cual se le dio el mismo manejo que los tratamientos, esto con el objeto de poder comparar el efecto en el rendimiento de los

tratamientos con el testigo sin aplicación de fertilizante.

CUADRO 6. Descripción de los tratamientos evaluados de N, P_2O_5 y K_2O , expresado en kg/ha.

Tratamiento	kg/ha		
	N	P_2O_5	K_2O
1	100	25	50
2	100	25	100
3	100	25	150
4	100	50	50
5	100	50	100
6	100	50	150
7	100	75	50
8	100	75	100
9	100	75	150
10	150	25	50
11	150	25	100
12	150	25	150
13	150	50	50
14	150	50	100
15	150	50	150
16	150	75	50
17	150	75	100
18	150	75	150
19 (testigo)	0	0	0

Debido a un gradiente de inclinación en el terreno, se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con un arreglo factorial de $2 \times 3 \times 3$ con 3 repeticiones. Los modelos matemáticos que se utilizaron para el análisis de las variables evaluadas fueron los siguientes:

a: Modelo matemático lineal para el análisis de la variable acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en función de la etapa de desarrollo de la planta y los niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

$$Y_{ijkln} = U + B_i + E_j + (BE)_{ij} + N_k + P_l + K_n + (NP)_{kl} + (NK)_{kn} + (PK)_{ln} + (NPK)_{kln} + (EN)_{jk} + (EP)_{jl} + (EK)_{jn} + (ENP)_{jkl} + (ENK)_{jkn} + (EPK)_{jln} + (ENPK)_{jkln} + e_{ijkln}$$

en donde:

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

U = Valor de la media general.

B_i = Efecto del i -ésimo bloque.

E_j = Efecto de la j -ésima etapa de desarrollo.

$(BE)_{ij}$ = Error A.

N_k = Efecto del k -ésimo nivel de nitrógeno.

P_l = Efecto del l -ésimo nivel de fósforo.

K_n = Efecto de n -ésimo nivel de potasio.

$(NP)_{kl}$ = Efecto de la interacción entre el k -ésimo nivel de nitrógeno con el l -ésimo nivel de fósforo.

$(NK)_{kn}$ = efecto de la interacción entre el k -ésimo nivel de nitrógeno y el n -ésimo nivel de potasio.

$(PK)_{ln}$ = Efecto de la interacción entre el l -ésimo nivel de fósforo y el n -ésimo nivel de potasio.

$(NPK)_{kln}$ = Efecto de la interacción entre el k -ésimo nivel de nitrógeno, l -ésimo nivel de fósforo y el n -ésimo nivel de potasio.

$(EN)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo y el k -ésimo nivel de nitrógeno.

$(EP)_{jl}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo y el l -ésimo nivel de fósforo.

$(EK)_{jn}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo y el n -ésimo nivel de potasio.

$(ENP)_{jkl}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo, k -ésimo nivel de nitrógeno y el l -ésimo nivel de fósforo.

$(ENK)_{jkn}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo, k -ésimo nivel de nitrógeno y el n -ésimo nivel de potasio.

$(EPK)_{jln}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo, l -ésimo nivel de fósforo y el n -ésimo nivel de potasio.

$(ENPK)_{jkln}$ = Efecto de la interacción entre la j -ésima etapa de desarrollo, k -ésimo nivel de nitrógeno, l -ésimo nivel de fósforo y el n -ésimo nivel de potasio.

e_{ijkln} = Error B.

b: Modelo matemático lineal para el análisis de la variable rendimiento de fruto por efecto de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O evaluados.

$$Y_{ijkl} = U + B_i + N_j + P_k + K_l + (NP)_{jk} + (NK)_{jl} + (PK)_{kl} + (NPK)_{jkl} + e_{ijkl}$$

en donde:

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

U = Valor de la media general.

B_i = efecto del i -ésimo bloque.

N_j = efecto del j -ésimo nivel de nitrógeno.

P_k = efecto del k-ésimo nivel de fósforo.

K_l = efecto del l-ésimo nivel de potasio.

$(NP)_{jk}$ = efecto de la interacción entre j-ésimo nivel de nitrógeno y el k-ésimo nivel de fósforo.

$(NK)_{jl}$ = efecto entre el j-ésimo nivel de nitrógeno y el l-ésimo nivel de potasio.

$(PK)_{kl}$ = efecto de la interacción entre el k-ésimo nivel de fósforo y el l-ésimo nivel de potasio.

$(NPK)_{jkl}$ = efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel de nitrógeno, k-ésimo nivel de fósforo y l-ésimo nivel de potasio.

e_{jkl} = error experimental.

6.4 Unidad Experimental.

La unidad experimental estuvo conformada por una parcela bruta de 30 plantas y una parcela neta de 12 plantas. La distancia entre plantas fue de 0.50 m. y 0.90 m. entre surcos. El área total del ensayo fue de 786.6 m².

6.5 Variables de respuesta.

6.5.1 Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la planta.

Para cuantificar la acumulación de N, P, K, Ca y Mg, se consideró el estado de desarrollo de la planta, estableciéndose los cortes en las siguientes etapas:

- 1) Etapa juvenil, a los 30 días después del trasplante.
- 2) Etapa vegetativa, a los 60 días después del trasplante.
- 3) Etapa de floración, a los 90 días después del trasplante,
- 4) Etapa de fructificación, a los 120 días después del trasplante.

6.5.2 Rendimiento de fruto por planta, expresado en número de frutos, peso de fruto fresco y peso de fruto secado al horno a 65°C.

Para esta variable, se midió el número de frutos por planta. Así mismo se obtuvo el peso fresco y seco de frutos, en gramos por planta. Para el peso seco de frutos, estos se colocaron en un horno de convección a una temperatura de 65°C por un tiempo de 48 horas.

6.6 Manejo del experimento.

6.6.1 Semillero.

Se preparó un semillero de 10 m de largo, 1.20 m de ancho y 0.25 m de alto, el cual fue tratado con bromuro de metilo a razón de 0.055 kg/m², con el propósito de desinfectar el suelo y así evitar el ataque de hongos, nematodos e insectos.

La siembra se efectuó en surcos a lo ancho del tablón, a una distancia entre surcos de 10 cm y a una profundidad de 1 centímetro. Se aplicó riego antes y después de la siembra y se hicieron aspersiones de metil parathion (Folidol) para el control de plagas y Pentacloro Nitrobenceno (PCNB) para evitar el mal del talluelo.

6.6.2 Preparación del terreno.

Este se realizó manualmente, procediendo a limpiarlo de las malezas presentes, se mullo el suelo, tratando de dejarlo suelto. Seguidamente se trazaron los surcos y se delimitaron las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental.

6.6.3 Cuidados preliminares al trasplante.

En el semillero se suspendió el riego 5 días antes del trasplante con el objeto de endurecer las plántulas.

El día del trasplante, se aplicaron dos riegos al semillero, el primero en horas de la mañana y el segundo por la tarde, momentos antes de la extracción de las plántulas para evitar daños mecánicos a las raíces.

6.6.4 Trasplante.

Se realizó por la tarde, las plántulas utilizadas tenían cuatro hojas verdaderas. Se aplicó un riego al área de ensayo antes del trasplante, de manera que el suelo estuviera húmedo. Al finalizar, se aplicó otro riego.

La distancia de siembra fue de 0.50 m entre plantas y 0.90 m entre surcos, colocándose una planta por postura.

6.6.5 Fertilización.

Se realizó a los cinco días después del trasplante. Para cada uno de los tratamientos se aplicó el 50% de la dosis de nitrógeno. El fósforo y potasio se aplicó en su totalidad.

A los 30 días después del trasplante, se aplicó el 50% de la dosis restante de nitrógeno. El fertilizante fue aplicado en bandas y a una profundidad de 5 cm.

6.6.6 Control de malezas.

Se realizó en forma manual, efectuándose cuatro limpiezas en el ciclo del cultivo. La primera a los 20 días después del trasplante, las demás a un intervalo de 25 días aproximadamente.

6.6.7 Control de plagas y enfermedades.

Para prevenir enfermedades fungosas, después del trasplante se aplicó al suelo Captán a razón de 25cc por 4 galones. Para el control del ataque de la mosca blanca (Bemisia tabaci) y del picudo del chile (Antonomus eugenii), se hicieron aplicaciones de metil parathion (folidol) y malathion, en dosis de 25cc por 4 galones. Las aplicaciones se iniciaron a los 15 días después del trasplante y finalizaron a los 15 días antes del primer corte.

6.6.8 Cosecha.

Se efectuó cuando los frutos alcanzaban un color rojo, por su madurez fisiológica. Se realizaron tres cortes en un período de 20 días.

6.7 Análisis de la información

6.7.1 Análisis químico del tejido vegetal.

Las plantas colectadas en cada uno de los cortes fueron secadas en un horno de convección a 65°C por un período de 24 horas, previo a ser molidas y tamizadas a 60 mesh para su análisis químico. Se cuantificó el Nitrógeno total por el método de digestión húmeda de micro-kjeldahl, digestión seca y colorimetría para Fósforo, digestión seca y espectrofotometría de absorción atómica para Potasio, Calcio y Magnesio. (8)

6.7.2 Análisis estadístico de las variables.

Para medir el efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O sobre la acumulación de nutrientes y sobre el rendimiento de frutos se realizaron análisis de varianza.

En el rendimiento de fruto, donde se encontraron diferencias significativas se efectuó una comparación múltiple de medias con el estadístico de DUNCAN con un nivel de confianza del 95%.

Además, se realizó una comparación gráfica del efecto de los tratamientos en el rendimiento de fruto, con respecto al testigo sin aplicación de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O .

7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la acumulación de nutrientes en distintas etapas de desarrollo en la planta de chile chocolate mediante la aplicación de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O , además, el efecto de los tratamientos en el rendimiento de fruto y una comparación gráfica del efecto de la aplicación de N, P_2O_5 y K_2O sobre el rendimiento de frutos.

7.1 Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la etapa juvenil, vegetativa, floración y fructificación de la planta de chile chocolate.

En el cuadro 7, se presentan los miligramos por planta de N, P, K, Ca, y Mg acumulados en la planta de chile chocolate en su etapa juvenil, vegetativa, floración y fructificación, por efecto de la aplicación al suelo de dos niveles de N, tres de P_2O_5 y tres de K_2O . Como puede observarse, la cantidad de N, P, K, Ca y Mg en la planta se ve incrementada en función de la etapa de desarrollo, conforme la planta crece hasta su madurez, la cantidad de nutrientes aumenta, debido al incremento de biomasa. Los niveles crecientes de N, P_2O_5 y K_2O aplicados no presentan una diferencia consistente en la acumulación de nutrientes debido a su efecto.

CUADRO 7. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg, en miligramos por planta, en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate (*Capsicum annuum*), por efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

kg/ha			ETAPA JUVENIL					ETAPA VEGETATIVA					ETAPA DE FLORACION					ETAPA DE FRUCTIFICACION				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
100	25	50	8.92	1.1	11.1	2.0	2.8	88.85	11.5	75.2	13.3	24.8	98.47	23.2	92.4	18.1	19.8	134.5	29.4	89.6	25.4	46.9
100	25	100	6.88	0.8	7.3	1.4	2.0	58.77	3.7	56.5	11.7	20.9	113.2	20.3	74.7	15.2	15.6	237.2	42.8	125.3	41.5	30.5
100	25	150	10.45	1.2	12.2	1.7	3.1	93.33	16.3	91.1	14.0	31.4	176.1	28.3	141.6	26.9	26.8	269.6	38.9	188.0	46.8	30.3
100	50	50	10.80	1.2	10.6	2.2	3.0	107.2	19.6	137.8	18.6	39.8	155.3	24.2	111.6	22.4	23.4	293.2	43.8	182.6	56.8	30.4
100	50	100	10.29	1.2	10.8	1.9	3.0	71.49	10.4	92.0	14.2	24.6	164.8	22.9	107.9	18.9	21.0	269.6	42.0	222.6	42.7	35.9
100	50	150	6.69	0.8	10.9	1.5	2.1	57.19	3.5	71.0	10.2	20.2	121.0	27.7	124.2	24.0	28.5	134.3	21.1	110.8	23.6	43.3
100	75	50	9.98	1.2	9.9	1.3	2.5	159.8	24.0	128.8	26.9	53.1	307.1	47.5	194.5	40.8	40.5	332.4	41.9	206.4	59.6	10.2
100	75	100	7.56	1.2	10.2	1.7	2.6	60.28	10.0	74.2	10.1	18.0	248.4	51.7	185.1	29.9	40.4	263.4	43.6	168.3	42.1	75.5
100	75	150	7.24	1.0	7.2	1.4	1.9	65.06	9.1	66.6	10.6	18.5	179.4	29.2	130.8	25.9	29.0	169.3	25.9	110.4	25.7	51.3
150	25	50	10.45	1.1	10.3	2.1	2.8	111.4	14.8	94.2	15.7	32.6	230.1	45.9	166.9	36.7	45.0	270.1	50.9	136.9	51.2	35.2
150	25	100	9.40	1.3	12.0	1.9	2.9	71.38	8.9	76.7	12.3	22.7	171.6	16.0	128.8	21.6	22.8	260.0	47.3	160.3	42.6	70.0
150	25	150	11.53	1.2	13.7	1.9	2.5	119.2	16.0	113.8	17.5	50.11	220.7	32.7	188.0	38.7	39.3	493.5	76.3	296.1	95.0	18.8
150	50	50	10.14	1.1	9.9	1.6	2.7	66.17	9.3	58.2	9.7	22.6	238.0	34.2	149.1	29.5	34.4	195.6	27.5	124.9	32.3	63.2
150	50	100	8.97	0.9	8.3	1.5	2.5	70.87	10.4	67.6	11.6	27.4	112.7	28.0	104.6	17.0	19.1	153.9	35.2	103.1	23.0	55.4
150	50	150	8.95	1.1	10.3	1.6	2.7	81.80	11.5	81.4	12.9	27.9	187.2	30.2	150.5	27.3	27.2	186.5	23.8	101.5	32.8	62.1
150	75	50	8.57	1.1	9.5	1.5	2.5	80.64	10.6	71.2	12.3	26.6	133.1	2.3	88.8	16.7	18.5	242.2	41.3	157.7	45.4	91.2
150	75	100	12.06	1.7	13.7	2.2	3.6	17.69	14.2	78.8	15.1	27.2	181.5	23.5	143.0	22.9	22.9	191.4	30.6	131.7	35.6	61.8
150	75	150	12.68	1.3	11.8	1.9	3.4	196.9	24.1	174.0	26.8	50.2	126.2	28.1	118.6	18.8	27.2	251.7	27.3	126.9	48.4	78.9

En el cuadro 8, se presenta los resultados del análisis de varianza para la acumulación de N, P, K, Ca y Mg por efecto de la etapa de desarrollo de la planta y los niveles de N, P_2O_5 y K_2O aplicados al suelo. Pudiéndose observar que existen diferencias significativas en la acumulación de nutrientes entre cada una de las etapas de desarrollo, es decir, que la planta acumula diferentes cantidades de N, P, K, Ca y Mg conforme alcanza su madurez fisiológica. En cuanto a los niveles de N, P_2O_5 y K_2O , se observa en el cuadro 8, que la aplicación de niveles de Nitrógeno, no presenta ninguna diferencia en la acumulación de nutrientes evaluados, exceptuando el caso de Magnesio acumulado, esto se puede atribuir a que el intervalo de los niveles de Nitrógeno fue muy estrecho, por lo que no originaron diferencias en la acumulación de Nitrógeno en la planta. Con la aplicación de Fósforo se encontró diferencias significativas en la acumulación de Nitrógeno, Fósforo, Calcio y Magnesio, no así para la acumulación de Potasio. La respuesta en la acumulación con la aplicación de este nutriente es causada por su bajo contenido en estos suelos, (cuadro 3). En relación con la aplicación de los niveles de Potasio no se detectaron diferencias significativas en la acumulación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, sin embargo influyó en la acumulación de Calcio y Magnesio, lo que puede atribuirse a la función de este elemento como activador enzimático, además a la estrecha relación que existe entre el Potasio, Calcio y Magnesio y por el desbalance que presenta este suelo en las relaciones Mg/K y Ca+Mg/K.

CUADRO 8. Análisis de Varianza para la acumulación de N, P, K, Ca y Mg, expresado en miligramos por planta, por efecto de la etapa de desarrollo y niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

F.V.	G.L.	F CALCULADA				
		N	P	K	Ca	Mg
Bloques	2	0.01	1.25	1.27	0.35	0.51
ED	3	212.58*	257.39*	143.20*	375.87*	497.45*
Error(a)	6	0.99	0.65	0.60	2.18	1.52
N	1	0.85ns	0.10ns	0.07ns	2.84ns	10.45*
P	2	3.96*	5.36*	1.46ns	10.95*	11.04*
K	2	3.04ns	1.59ns	1.84ns	8.91*	8.68*
NP	2	11.45*	12.61*	9.44*	20.26*	20.02*
NK	2	7.40*	5.89*	5.84*	17.02*	23.55*
PK	4	5.72*	4.33*	5.85*	10.98*	19.03*
NxPxK	4	3.13*	2.82*	1.60ns	4.19*	3.57*
EDxN	3	0.34ns	0.77ns	0.31ns	1.46ns	3.89*
EDxP	6	2.37*	6.33*	0.60ns	5.30*	6.53*
EDxK	6	0.55ns	1.40ns	0.43ns	1.44ns	1.49ns
EDxNP	6	5.81*	7.44*	4.31*	10.36*	7.91*
EDxNK	6	3.55*	2.31*	1.57ns	7.32*	12.00*
EDxPK	12	3.55*	2.83*	3.33*	7.20*	10.97*
EDxNPK	12	0.84ns	1.56ns	0.59ns	1.06ns	2.23*
Error(b)	105					
Total	184					
C.V (%)		37.87	35.64	38.87	30.03	28.64

ED= Etapa de desarrollo de la planta.

* = Existen diferencias significativas, al 5% de probabilidad.

ns= No existen diferencias significativas, al 5% de probabilidad.

En el cuadro 8, también puede observarse que la interacción de la etapa de desarrollo con las interacciones de NP, NK y PK, presentan diferencias

significativas en la acumulación de nutrientes, exceptuando la interacción EDxNK que en caso particular del Potasio acumulado no presenta diferencias significativas, considerando que esto se debió al contenido de Potasio de estos suelos. Con lo anterior, podemos observar que la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio al suelo si influyó en la acumulación de nutrientes en la planta de chile chocolate.

En el cuadro 9, se presenta los valores promedio de la acumulación de N, P, K, Ca y Mg en cada una de las etapas de desarrollo y puede apreciarse que la mayor acumulación de nutrientes es en la etapa de fructificación, o sea a los 120 días después del trasplante, considerando que esto se debe al estado de desarrollo de la planta y principalmente a su producción de biomasa. Sin embargo, la acumulación de estos nutrientes fue 10 veces mayor en la etapa vegetativa en relación a la etapa juvenil. De la etapa vegetativa a la etapa de floración se duplica y finalmente la acumulación tiende a mantenerse hasta la etapa de fructificación.

CUADRO 9. Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate.

Etapa de desarrollo	Edad (ddt)	miligramos por 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	241.60	38.37	152.4	42.87	77.93

ddt= días después del trasplante.

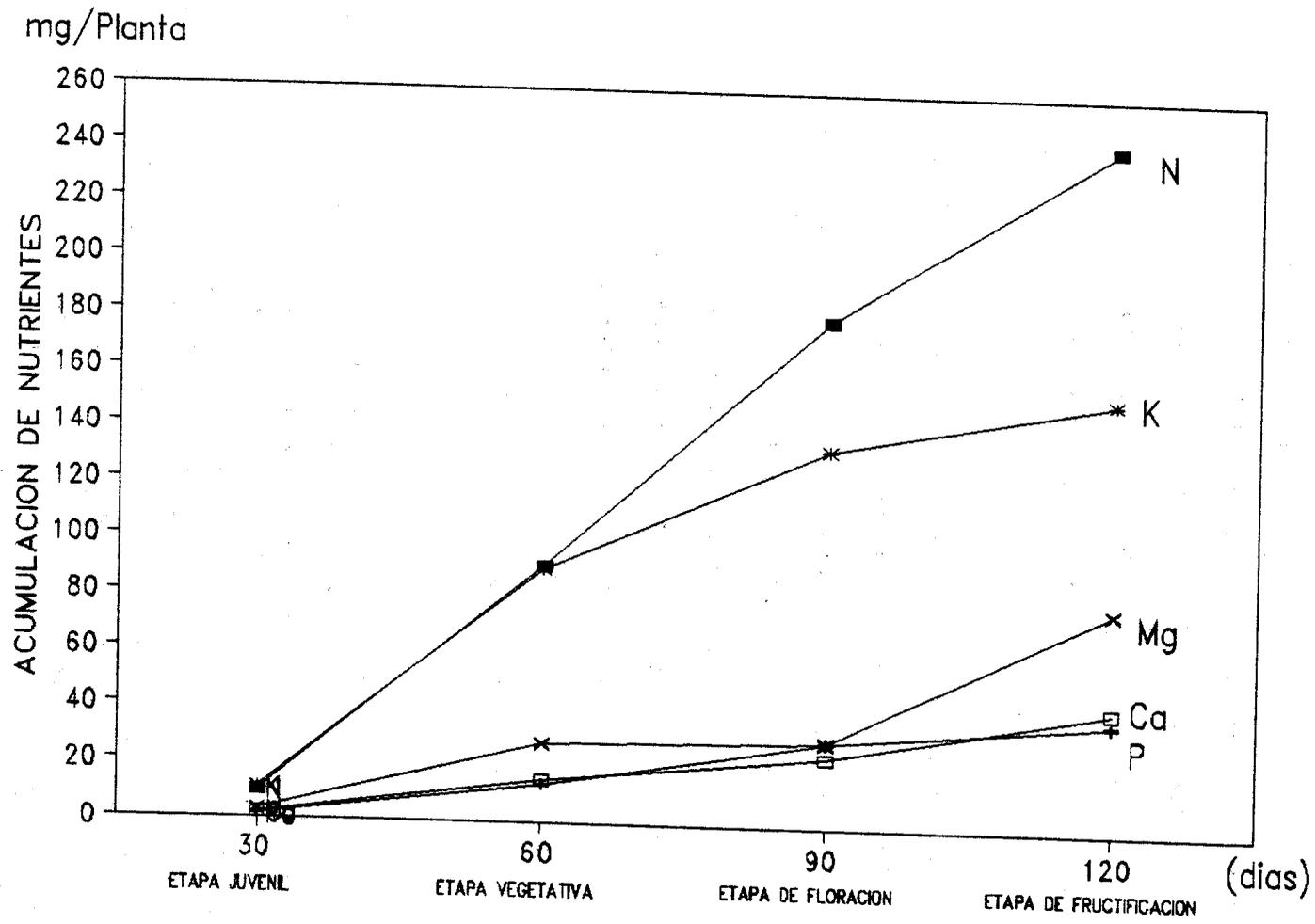


Figura 1. Acumulacion de N, P, K, Ca y Mg, expresado en mg. por planta durante el ciclo del cultivo de chile chocolate.

La tendencia de la acumulación en cada una de las etapas de desarrollo de la planta, generalmente se manifestó en forma ascendente, lo cual puede visualizarse en la figura 1, observando que la planta extrae mayor cantidad de Nitrógeno (70% del total acumulado), entre los 30 a 90 días después del trasplante, es decir que se dió una mayor demanda de este nutriente entre la etapa vegetativa(34%), y la etapa de floración (37%), etapas en las que se manifiesta la mayor extracción de Nitrógeno sin que se marque una diferencia en la extracción 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 dió entre los 30 a 60 días después del trasplante, durante la etapa vegetativa, después la demanda de este se reduce.

También se observa (figura 1), que la planta extrae mayor cantidad de Fósforo (74%), entre los 30 a 90 días, durante la etapa vegetativa 31% y en la etapa de floración 43%. El Calcio y Magnesio presentaron un comportamiento similar, requiriéndolos la planta en mayor porcentaje entre los 30 a 60 días, durante la etapa vegetativa Ca(30%), Mg (32%), y de 90 a 120 días 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 Calcio y Magnesio en la etapa vegetativa y fructificación respectivamente.

Por consiguiente, el cultivo de chile chocolate extrae nutrientes en el orden siguiente: N, K, Mg, Ca y P, esto en base a las cantidades extraídas por este cultivo en el presente estudio. Sin embargo, Maroto (15), indica que las cantidades extraídas varían según la variedad cultivada, rendimiento obtenido e incluso dentro de una misma variedad en función de las técnicas de cultivo empleadas.

7.2 Variables de rendimiento.

Con base a los datos del cuadro 15A, se realizó un análisis de varianza para rendimiento de fruto, expresado en frutos por planta, peso fresco y peso seco de frutos por planta. El resumen de dicho análisis se presenta en el cuadro 10.

CUADRO 10. Análisis de Varianza para rendimiento de fruto, expresado en frutos por planta, peso en gramos por planta de fruto fresco y fruto seco a 65°C, por efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

F. V.	G. L.	F CALCULADA		
		FRUTOS/PLANTA	PESO FRESCO	PESO SECO a 65°C
Bloques	2	8.12	4.58	5.79
N	1	0.04ns	0.02ns	0.40ns
P	2	0.14ns	0.21ns	0.35ns
K	2	2.55	2.25ns	1.79ns
NP	2	3.34*	1.16ns	0.30ns
NK	2	0.95ns	3.43*	3.33*
PK	4	0.54ns	0.22ns	0.38ns
NPK	4	0.50ns	1.03ns	0.68ns
ERROR	34			
TOTAL	53			
C.V. (%)		19.55	34.18	33.91

* = Existen diferencias significativas al 5% de probabilidad.
 ns = No existen diferencias significativas al 5% de probabilidad.

Los resultados del cuadro 10, muestran el efecto de la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O sobre los componentes del rendimiento de fruto, observándose que no presentan diferencias significativas, mientras que la

interacción N y P_2O_5 , afectó el número de frutos por planta, así mismo, el peso de frutos tuvo diferencias significativas por efecto de la interacción N- K_2O .

La comparación múltiple de medias por el estadístico de DUNCAN del cuadro 11, para la variable frutos por planta, manifiesta una igualdad entre los tratamientos con la combinación de los niveles de N- P_2O_5 , esto hace suponer que el efecto del Nitrógeno y Fósforo aplicado al suelo fue muy leve y que pudo ser por el estrecho rango de los niveles evaluados, además porque estos suelos son altos fijadores de fósforo, (18), ya que el efecto se manifiesta en el análisis de varianza pero no así en la prueba de medias.

CUADRO 11. Comparación de medias para frutos por planta, por efecto de los niveles de N- P_2O_5 .

Trat. kg/ha		Frutos/planta
N	P_2O_5	
150	25	39 a
100	75	34 a
100	50	33 a
150	50	29 a
150	75	28 a
100	25	27 a

Para el caso de las variables peso fresco y peso seco de frutos por planta, la comparación múltiple de medias por el estadístico de DUNCAN del cuadro 12, presentan un efecto significativo con el tratamiento que incluyó la combinación de 150 kg de N/ha y 150 kg de K_2O /ha, manifestándose estadísticamente diferente a los demás y se obtuvo con este tratamiento 72.05 gr de fruto fresco y 14.02 gramos por planta de fruto seco a 65°C.

CUADRO 12. Comparación de medias para peso de fruto fresco y fruto seco a 65°C, en gramos por planta, por efecto de los niveles N-K₂O.

Trat. kg/ha		Gramos por planta	
N	K ₂ O	Peso fresco	Peso seco a 65°C
150	150	72.05 a	14.02 a
100	50	55.63 b	11.85 b
100	100	55.57 b	11.55 b
100	150	52.83 b	10.93 b
150	100	50.92 b	9.01 b
150	50	43.46 b	9.34 b

En el cuadro 16A, se presentan las cantidades de N, P, K, Ca y Mg acumuladas a los 120 días después del trasplante (etapa de fructificación), por efecto de las interacciones de N y K₂O con una densidad de 22,222 plantas por hectárea, bajo las condiciones de la finca Sabana Grande; dicho cuadro nos muestra que para obtener 14.02 gramos por planta de fruto seco a 65°C, la planta de chile chocolate extrae las siguientes cantidades de N, P, K, Ca y Mg expresadas en miligramos por planta, 310.7 mg de N, 42.46 mg de P, 174.85 mg de K, 58.75 mg de Ca y 109.68 mg de Mg, lo que es equivalente a decir que el cultivo de chile chocolate para obtener 311 Kg/ha de fruto seco a 65°C, extrae a los 120 días 6.90 Kg de N/ha, 0.94 Kg de P/ha, 3.88 Kg K/ha, 1.30 Kg de Ca/ha y 2.44 Kg de Mg/ha.

7.3 Comparación gráfica del rendimiento.

Con el objeto de observar el comportamiento del efecto de los tratamientos con respecto al testigo en el rendimiento de frutos, se graficaron los datos del cuadro 15A, los cuales se presentan en las figuras 2, 3, y 4, en las cuales se observa que el testigo manifiesta un rendimiento de frutos, tanto en número como en peso, inferior a los tratamientos, lo cual indica que sí hubo respuesta a la aplicación de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O .

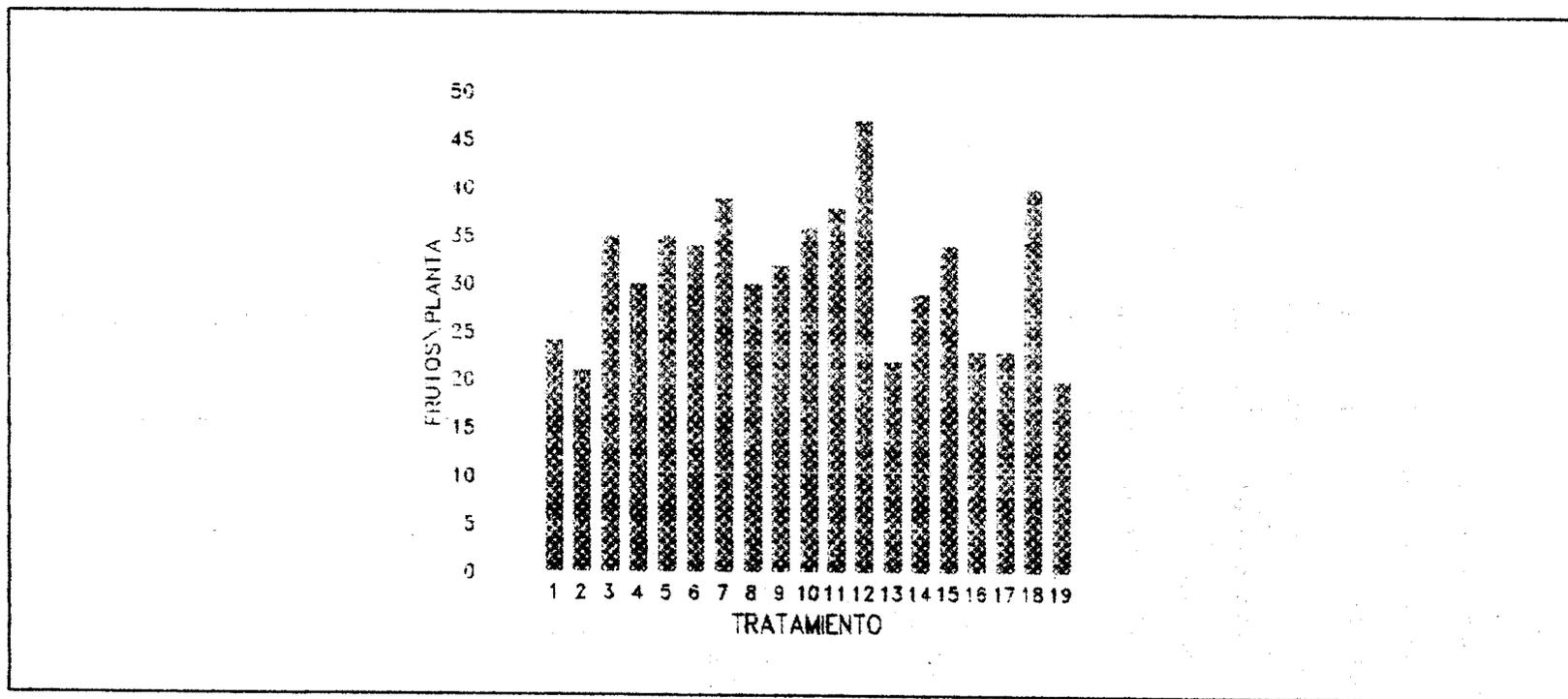


Figura 2. Rendimiento de frutos por planta por efecto de los tratamientos evaluados.

Nota: Referencia de tratamientos cuadro 5.

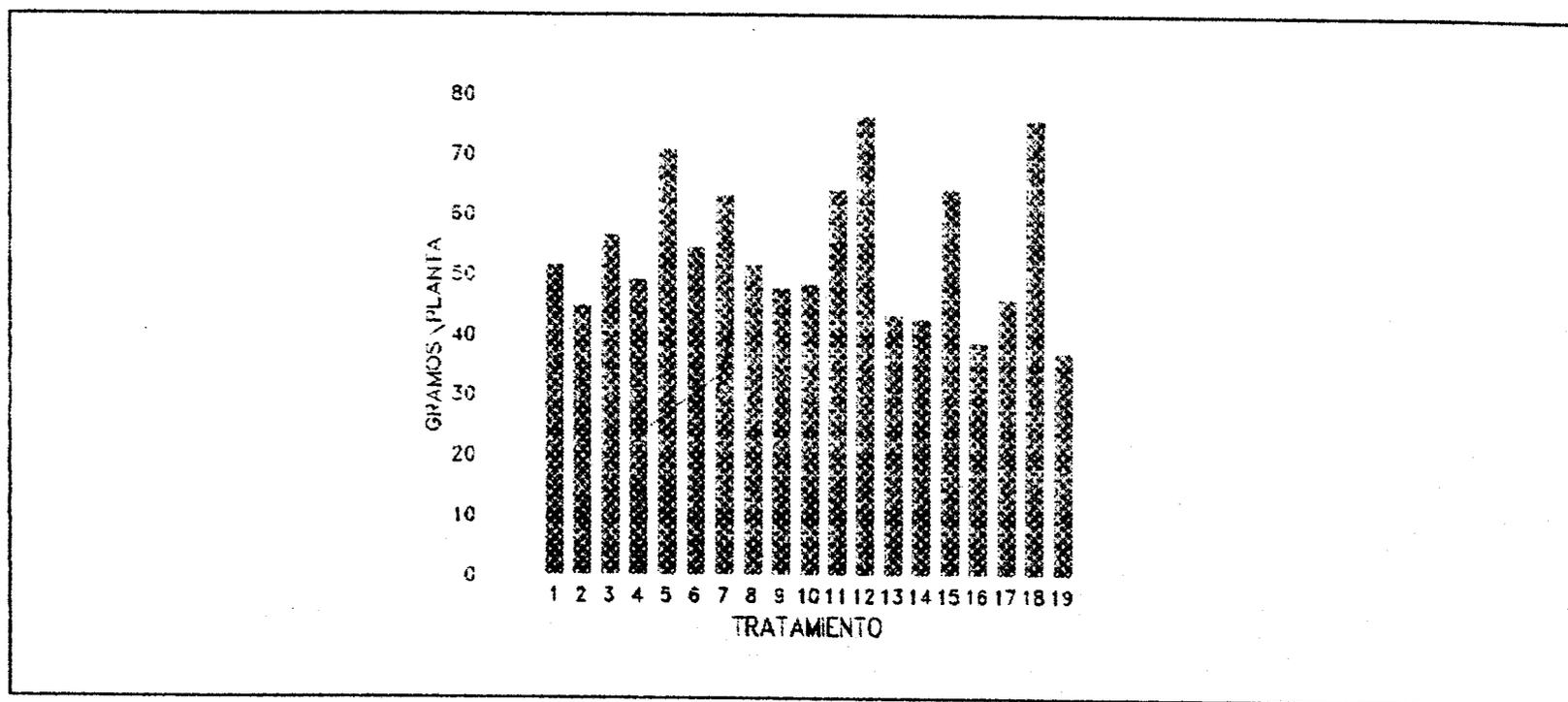


Figura 3. Rendimiento de fruto fresco, expresado en gramos por planta, por efecto de los tratamientos evaluados.

Nota: Referencia de tratamientos cuadro 5.

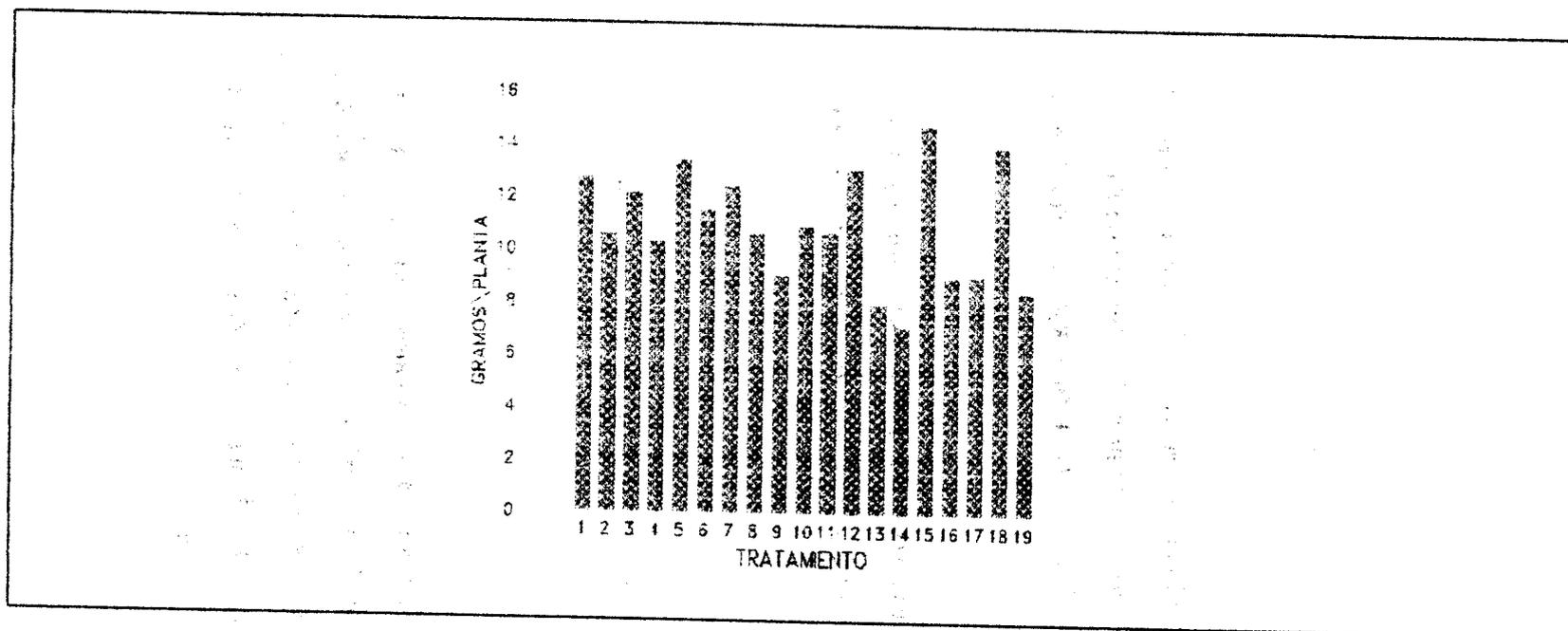


Figura 4. Rendimiento de fruto seco a 65°C, expresado en gramos por planta, por efecto de los tratamientos evaluados.

Nota: Referencia de tratamientos cuadro 5.

8. CONCLUSIONES.

- 8.1 La planta de chile chécolate acumula diferentes cantidades de nutrientes en sus diferentes etapas de desarrollo y la acumulación es afectada por los niveles de N, P₂O₅ y K₂O aplicados al suelo.
- 8.2 La mayor demanda de nutrientes se manifestó entre los 30 y 90 días después del trasplante, que corresponde a la etapa vegetativa y floración.
- 8.3 El mayor peso de frutos se obtiene con la aplicación de 150 kg de N/ha y 150 kg de K₂O/ha.
- 8.4 Para un rendimiento promedio de 14.02 gramos por planta de fruto seco a 65°C (311 kg/ha), la planta de chile chocolate acumula 310.7 mg de N/planta (6.90kg/ha), 42.46 mg de P/planta (0.94 Kg/ha), 174.85 mg de K/planta (3.88kg/ha), 58.75 mg de Ca/planta (1.30 Kg/ha) y 109.68 mg de Mg/planta (2.44 Kg/ha).

9. RECOMENDACIONES.

9.1 Bajo condiciones similares en las que se realizó el ensayo, aplicar al cultivo de chile chocolate, antes de los 30 días después del trasplante (etapa Juvenil), 150 kg N/ha, 75 kg P_2O_5 /ha y 150 kg K_2O /ha. El Nitrógeno deberá aplicarse fraccionado, 50% 10 días después de trasplante y el 50% restante antes de la floración, esto debido a la dinámica de este nutriente en el suelo y bajo la consideración que el mayor porcentaje de este nutriente, (72%), se acumula en la planta durante la etapa vegetativa y de floración.

9.2 Para investigaciones posteriores en fertilización del cultivo de chile chocolate, se recomienda que se realicen en varias localidades con diferentes niveles de fertilidad del suelo y explorar intervalos más amplios de niveles de N, P_2O_5 y K_2O para optimizar la producción, tomando como base los resultados del presente trabajo.

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. 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. Tikalia (Gua) 3(1):57-75.
3. _____; GONZALES SALAN, M. 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.
4. BIDWEL, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Geronimo Cano y Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. México, D.F., A.G.T. Editor. 784 p.
5. BOWEN, J.E. 1979. Análisis de tejidos vegetales; guía precisa para fertilización. Agricultura de las Américas (EE. UU.) 6(3):56-59.
6. CARVAJAL, J.F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Nacional de la Potasa. 254 p.
7. CASSERES, E. 1969. Producción de hortalizas. México, D.F., Ed. Herrero. 300 p.
8. DIAZ ROMEU, R. 1982. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. Serie de Materiales de Enseñanza no.12. p. 34-37.
9. GENTRY, J.L.; STANDLEY, P.C. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago. Natural History Museum, Fieldiana Botany v. 24, pt 10, nos. 1-2. 151 p.
10. 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.
11. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1982. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
12. HOLIE, M. 1977. Las hortalizas en la alimentación de Centro America en base a la evaluación nutricional de la población, realizada por INCAP. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.

13. HOWELER, R.H. 1983. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales; algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 29 p.
14. MAISTRE, J. 1969. Las plantas; técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España, Blume. 203 p.
15. MAROTO, J.V. 1986. Horticultura herbácea especial. 2 ed. España, Ediciones Mundi Prensa. p. 389-405.
16. MENESES OJEDA, A.A. 1986. Determinación del nivel crítico de fósforo y potasio con tres soluciones extractoras en la serie de suelos Alotenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
17. MEXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1982. Presente y pasado del chile en México. Mexico. 80 p.
18. PERDOMO M., R. 1968. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas y mineralógicas y cartográficas de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 73 p.
19. SHERY, R. 1956. Plantas útiles al hombre; botánica económica. Barcelona, España, Salvat. 366 p.
20. SIMMONDS, N.W. 1979. Evolution of croo plants. London, Longman. 339 p.
21. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
22. TISDALE, D.L.; NELSON, W.L. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México, UTEHA. 760 p.
23. 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. p 75-126.

Petualle

Vo. Bo.



11. APENDICE

13A. Producción de materia seca, en gramos por planta, en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate por efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

Trat. kg/ha.			ETAPA DE DESARROLLO			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	JUVENIL	VEGETATIVA	FLORACION	FRUCTIFICACION
100	25	50	0.36	2.39	4.36	5.26
100	25	100	0.24	2.08	3.72	5.34
100	25	150	0.34	2.98	5.93	9.20
100	50	50	0.35	3.92	4.84	10.35
100	50	100	0.36	2.46	4.71	9.59
100	50	150	0.28	1.94	5.24	5.49
100	75	50	0.32	5.19	10.86	11.20
100	75	100	0.31	1.99	8.90	9.22
100	75	150	0.26	2.07	5.89	6.38
150	25	50	0.36	3.16	7.70	9.75
150	25	100	0.39	2.37	5.13	8.86
150	25	150	0.37	3.88	7.38	17.97
150	50	50	0.32	1.86	7.12	6.49
150	50	100	0.31	2.34	4.08	5.40
150	50	150	0.34	2.68	6.13	6.0
150	75	50	0.30	2.37	4.14	8.47
150	75	100	0.43	2.76	5.62	7.01
150	75	150	0.38	5.98	4.59	8.96
0	0	0	0.29	1.32	4.87	4.00

CUADRO 14A. Concentración de N, P, K, Ca y Mg, expresado en porcentaje, en cuatro etapas de desarrollo de la planta de chile chocolate (*Capsicum annuum*) por efecto de la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O.

kg/ha			ETAPA JUVENIL					ETAPA VEGETATIVA					ETAPA DE FLORACION					ETAPA DE FRUTIFICACION				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
100	25	50	2.5	0.3	3.1	0.6	0.8	3.7	0.5	3.1	0.6	1.0	3.2	0.5	2.1	0.4	0.4	2.6	0.6	1.7	0.5	0.9
100	25	100	2.8	0.3	3.2	0.6	0.8	2.8	0.4	2.7	0.6	1.0	2.9	0.5	2.0	0.4	0.4	2.9	0.6	1.6	0.5	1.0
100	25	150	3.0	0.4	3.5	0.5	0.9	3.1	0.5	3.1	0.5	1.0	2.8	0.5	2.3	0.4	0.4	2.9	0.4	2.1	0.5	0.9
100	50	50	3.0	0.4	3.0	0.6	0.9	2.7	0.5	3.5	0.5	1.0	3.2	0.5	2.3	0.5	0.5	2.8	0.4	1.8	0.6	0.8
100	50	100	2.8	0.4	3.0	0.5	0.8	2.9	0.4	3.8	0.6	1.0	3.5	0.4	2.4	0.4	0.4	2.8	0.4	2.2	0.4	0.9
100	50	150	2.4	0.3	3.9	0.5	0.8	2.8	0.4	3.7	0.5	1.1	3.4	0.5	2.4	0.5	0.5	2.5	0.4	2.0	0.4	0.8
100	75	50	3.1	0.4	3.0	0.6	0.8	3.1	0.54	2.5	0.5	1.0	2.8	0.4	1.8	0.4	0.4	3.0	0.4	1.9	0.5	1.2
100	75	100	2.4	0.4	3.1	0.5	0.8	3.0	0.5	3.8	0.5	0.9	2.8	0.4	2.1	0.3	0.4	2.8	0.5	1.3	0.5	0.8
100	75	150	2.8	0.3	2.8	0.6	0.7	3.1	0.4	3.8	0.5	0.9	3.0	0.6	2.2	0.4	0.5	2.6	0.4	1.7	0.4	0.8
150	25	50	2.7	0.3	2.9	0.6	0.8	3.5	0.5	3.0	0.5	1.1	3.0	0.5	2.2	0.5	0.6	2.8	0.5	1.4	0.5	0.9
150	25	100	2.4	0.3	3.1	0.5	0.8	3.0	0.4	3.2	0.5	1.0	3.3	0.6	2.5	0.4	0.4	2.9	0.6	1.8	0.5	0.9
150	25	150	3.1	0.3	3.7	0.5	0.7	3.0	0.4	2.8	0.4	1.4	3.0	0.3	2.6	0.5	0.5	3.1	0.4	1.6	0.5	1.1
150	50	50	3.2	0.3	3.1	0.5	0.9	3.5	0.5	3.0	0.5	1.2	3.2	0.4	2.1	0.4	0.5	3.0	0.4	2.0	0.5	1.0
150	50	100	2.8	0.3	2.6	0.5	0.8	3.2	0.5	2.9	0.5	1.2	2.7	0.5	2.6	0.4	0.5	2.9	0.7	2.0	0.4	1.1
150	50	150	2.7	0.3	3.1	0.5	0.8	3.0	0.4	3.1	0.5	1.1	3.1	0.7	2.4	0.4	0.5	3.1	0.4	1.7	0.5	1.0
150	75	50	2.8	0.4	3.2	0.5	0.8	3.4	0.4	3.0	0.5	1.1	3.2	0.5	2.2	0.4	0.4	2.9	0.5	1.9	0.5	1.1
150	75	100	2.8	0.4	3.2	0.5	0.8	2.6	0.5	3.0	0.6	1.0	3.3	0.5	2.6	0.4	0.4	2.7	0.4	1.8	0.5	0.9
150	75	150	3.4	0.4	3.1	0.6	0.9	3.4	0.4	2.9	0.5	0.9	2.8	0.4	2.6	0.4	0.6	2.8	0.3	1.4	0.5	0.9

CUADRO 15A. Rendimiento de fruto de chile chocolate obtenido con cada uno de los tratamientos sometidos a evaluación.

Trat. kg/ha			Frutos/planta	gramos por planta	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		Fruto fresco	Fruto seco A 65°C
100	25	50	24	51.47	12.75
100	25	100	21	44.55	10.61
100	25	150	35	56.46	12.17
100	50	50	30	48.98	10.34
100	50	100	35	70.65	13.41
100	50	150	34	54.33	11.55
100	75	50	39	63.11	12.45
100	75	100	30	51.49	10.65
100	75	150	32	47.71	9.07
150	25	50	36	48.35	10.92
150	25	100	38	64.20	10.75
150	25	150	47	76.18	13.14
150	50	50	22	43.09	8.01
150	50	100	29	42.58	7.15
150	50	150	34	64.33	14.86
150	75	50	23	38.64	9.09
150	75	100	23	45.99	9.13
150	75	150	40	75.65	14.06
testigo			20	37.14	8.51

CUADRO 16A. Rendimiento de frutos del cultivo de chile chocolate y acumulación de nutrientes en la etapa de fructificación, por efecto de la combinación de los niveles de N y K₂O.

Trat. kg/ha		MILIGRAMOS POR PLANTA					FRUTOS POR PLANTA	GRAMOS/PLANTA	
N	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg		FRUTO FRESCO	FRUTO SECO A 65°C
150	150	310.7	42.46	174.85	58.75	109.68	39	72.05	14.02
100	50	248.38	37.72	156.64	46.08	76.20	30	55.63	11.85
100	100	259.17	42.80	177.90	42.17	80.68	27	55.57	11.55
100	150	191.06	28.98	136.38	32.38	58.31	33	52.83	10.93
150	50	235.22	39.70	137.62	42.69	78.42	25	43.36	9.34
150	100	200.29	36.69	131.70	33.98	62.31	28	50.92	9.01

N

I	5	13	12	15	16	17	4	14	3	2	1	18	7	9	6	10	8	11	
II	1	15	8	2	14	13	17	9	11	6	3	16	4	7	18	10	12	5	
III	5	1	4	16	6	10	14	1	9	13	8	2	17	7	3	11	15	18	12

Figura 5A. Distribución y aleatorización de los tratamientos en el campo.



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

Ref. Sem.016-94

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE NIVELES DE N-P-K Y CUANTIFICACION DE N, P, K, Ca y Mg EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE CHILE CHOCOLATE (Capsicum annuum), EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR ENRIQUE HUN CAL

CARNET No: 85-10199

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Lic. Jorge Solís
 Ing. Agr. Ariel Ortíz
 Ing. Agr. Juan José Castillo

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.

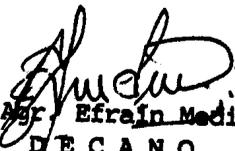

 Ing. Agr. José Jesús Chonay
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.c. Control Académico APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
 Archivo TELEFONO 769794 - FAX (5022) 769770
 /prr.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central