

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



*Excelencia que trasciende*

**DEL VALLE**  
GRUPO EDUCATIVO

Evaluación de dos tipos de fertilizante cristalino de alta solubilidad sobre el rendimiento de chile chocolate (*Capsicum annum var. Acuminatum Fingerth*) en la Costa Sur de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Dilhan Stiw Calderón Orantes para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala  
2023



Evaluación de dos tipos de fertilizante cristalino de alta solubilidad sobre el rendimiento de chile chocolate (*Capsicum annuum* var. *Acuminatum Fingerth*) en la Costa Sur de Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de dos tipos de fertilizante cristalino de alta solubilidad sobre el rendimiento de chile chocolate (*Capsicum annuum* var. *Acuminatum Fingerth*) en la Costa Sur de Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Dilhan Stiw Calderón Orantes para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala  
2023

Vo.Bo

(f)   
Ing. Claudia Maria Meléndrez Garcia

Tribunal examinador:

(f)   
Ing. Claudia Maria Meléndrez Garcia  
Asesor

(f)   
Ing. Susana Abigail Garcia Escobar  
Directora

(f)   
Ing. Santos Danilo Carrillo  
Evaluador

Fecha de aprobación: Guatemala, 16 de enero de 2023

## PREFACIO

Dentro de las variedades de Chile o *Capsicum* cultivadas en el país se encuentra la variedad de chile chocolate, o llamada por su nombre científico *Capsicum anum*, var. *Accuminatum fingerht*. Esta es una especie poca producida y de alta demanda interna y externamente. A partir del año 2016 y según el ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA) se ha incrementado su comercialización, este evento ha posicionado a dicho cultivo en uno de interés económico. Sin embargo, su producción es limitada ya que es considerado un cultivo muy caro de o de altos costos para producir según agricultores de la costa sur, esto porque carece de información que pueda servir de referencia. Por lo que el objeto principal de la investigación fue comparar los efectos de dos fertilizantes hidrosolubles y los efectos de un fertilizante convencional (granular) sobre el cultivo de chile chocolate, para generar datos útiles y determinar si los fertilizantes hidrosolubles por su composición química pueden representar económicamente un ahorro para los agricultores de la costa sur de Guatemala.

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios por crearme y darme el aliento de vida; al Señor Jesucristo por abogar siempre por mi vida y mi bienestar en esta tierra; a mis Padres, Abner Calderón y Gladys Orantes por amarme y apoyarme en todos los sentidos a lo largo de mi vida y carrera profesional, siendo la motivación humana más grande de mi vida para esforzarme y alcanzar esta meta; a mis hermanos por creer en mí y darme palabras de aliento en todo momento.

Agradezco a M.Sc. Claudia María Meléndrez por asesorarme, apoyarme agronómica y emocionalmente durante el desarrollo de este proyecto, además, la reconozco como una de las personas más influyentes en mi vida profesional.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1.General .....	2
2.2.Específicos .....	2
3. HIPÓTESIS.....	3
3.1.Hipótesis nula .....	3
3.2.Hipótesis alternativa.....	3
4. JUSTIFICACIÓN .....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	5
5.3 Determinación de la escala de picor de los chiles .....	10
5.4 Variedades de chiles en Guatemala .....	12
5.5 Zonificación de materiales y cultivares de chiles en Guatemala .....	14
5.7 Clasificación taxonómica del chile picante chocolate.....	16
5.8 Composición química y nutricional del chile .....	17
5.14 Elementos mayores.....	22
5.15 Elementos menores .....	22
5.16 Acción de los nutrientes en las plantas.....	23
5.17 Fuentes de nutrición vegetal.....	24
5.18 Nutrición balanceada en cultivos .....	24
5.20 Categoría de las fórmulas nutricionales en Guatemala.....	26
5.21 Tipos de abono foliar .....	27
5.22 Factores que afectan la respuesta de las plantas ante la aplicación defórmulas foliares .....	28
5.23 Naturaleza de la fórmula 20-20-20 + EM (Nutre más).....	29
5.24 Naturaleza de la fórmula 20-20-0+ EM, Aminoleaf .....	30
6. METODOLOGÍA .....	31
6.1 Ubicación geográfica.....	31
6.2. Zona de vida .....	31
6.3 Diseño experimental .....	32
6.4 Plan experimental .....	32

6.5. Croquis experimental .....	34
6.6. Preparación del área de investigación.....	34
6.7. Establecimiento del cultivo. ....	35
6.8. Manejo de la investigación .....	35
6.9. Muestreo del cultivo. ....	37
6.9.1. Determinación de la cantidad y longitud de frutos por planta.....	37
6.10. Descripción de los productos a utilizar.....	38
6.11. Equipo y materiales.....	39
6.12. Análisis de varianza. ....	39
6.13. Variables de respuesta.....	40
6.14. Cálculo del tamaño de la muestra .....	41
6.15. Medición de las variables .....	42
7.1. Análisis del rendimiento en cantidad y longitud de frutos por planta.....	44
7.2. Análisis estadístico.....	48
7.3. Análisis económico .....	50
8. CONCLUSIONES .....	51
9. RECOMENDACIONES .....	53
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
11. ANEXOS.....	58

# ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Diversidad de chiles presentes en la gastronomía guatemalteca .....	13
Tabla 2. Zonas de producción de los principales materiales y cultivares de chiles en Guatemala .....	14
Tabla 3. Composición química del fruto de chile <i>Capsicum annuum</i> var. <i>Acuminatum</i> .....	17
Tabla 4. Acción de los macronutrientes, funciones específicas y síntomas de deficiencias en las plantas. ....	23
Tabla 5. Acción de los micronutrientes, funciones específicas y síntomas de deficiencias en las plantas. ....	23
Tabla 6. Descripción de los tratamientos. ....	33
Tabla 7. Cantidad de fertilizante total aplicado según los tratamientos. ....	33
Tabla 8. Cuadro explicativo, fórmulas utilizadas para ejecutar el análisis de varianza. ....	40
Tabla 9. Cantidad y peso del fruto de chile chocolate de cada tratamiento por número de corte. ....	44
Tabla 10. Cantidad y peso del fruto de chile chocolate de cada tratamiento. ....	46
Tabla 11. Análisis de varianza de la cantidad de fruto por Ha. ....	48
Tabla 12. Análisis de varianza del peso promedio (kg/Ha). ....	48
Tabla 13. Análisis de varianza de la cantidad de fruto por tratamiento. ....	49
Tabla 14. Formato de registro para la cantidad de frutos por planta. ....	59
Tabla 15. Formato de registro del peso por fruto por planta. ....	60
Tabla 16. Costos totales del experimento. ....	61
Tabla 17. Datos de precipitación mensual sobre el área de desarrollo del proyecto. ....	62
Tabla 18. Demanda nutricional del cultivo de chile chocolate según etapa fenológica. ....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala Scoville de los diferentes tipos de chiles en el mundo. ....	11
Figura 2. Variedades de pimientos y chiles picantes ( <i>Capsicum annuum</i> ). ....	11
Figura 3. Chile chocolate var. <i>Acuminatum fingerth</i> , en verde. ....	15
Figura 4. Chile chocolate var. <i>Acuminatum fingerth</i> , deshidratado. ....	16
Figura 5. Densidad idónea entre plantaciones de <i>Capsicum annuum</i> var. <i>Acuminatum fingerth</i> . ....	19
Figura 6. Tutorado español en una <i>Capsicum annuum</i> var. Jalapeño. ....	20
Figura 7. Tutorado holandés en <i>Capsicum annuum</i> var. Pimiento dulce. ....	21
Figura 8. Forma de aplicación de algunas fórmulas foliares en fertirriego. ....	28
Figura 9. Estomas en una hoja. ....	29
Figura 10. Ubicación de la investigación. ....	31
Figura 11. Croquis experimental. ....	34
Figura 12. Preparación del terreno para siembra del cultivo de chile chocolate. ....	34
Figura 13. Pilonos de chile chocolate para la realización de la investigación. ....	35
Figura 14. Aplicación de fertilizantes según los tratamientos de la investigación. ....	36
Figura 15. Presentación física de los fertilizantes utilizados en la investigación. ....	36
Figura 16. Muestreo de la cantidad y longitud de frutos por planta. ....	37
Figura 17. Presentación comercial de 1kg. Producto agroquímico Aminoleaf 20-20-20 + EM. ....	38
Figura 18. Presentación comercial del fertilizante Nutre Mas. ....	38
Figura 19. Cantidad de frutos totales por número de corte de cada tratamiento de la investigación. ....	45
Figura 20. Peso promedio por fruto por número de corte de cada tratamiento de la investigación. ....	45
Figura 21. Cantidad de frutos producidos por planta. ....	46
Figura 22. Peso promedio por fruto de cada tratamiento. ....	47
Figura 23. Longitud promedio por fruto de cada tratamiento. ....	47
Figura 24. Descripción técnica de fertilizante hidrosoluble nutre mas. ....	58
Figura 25. Descripción técnica fertilizante hidrosoluble Aminoleaf. ....	58

## RESUMEN

Se investigó el efecto nutricional y rendimiento en cantidad y peso de fruto en plantas de chile chocolate (*Capsicum annuum* var. *Acuminatum Fingerth*) por la aplicación de dos fertilizantes cristalinos de alta solubilidad y uno de fórmula granular en las primeras siete cosechas, en las instalaciones del campo experimental agrícola de la universidad del Valle Campus Sur, ubicada en km 92.5 Finca Camantulul CA. Mazatenango, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Se evaluaron los siguientes tratamientos: tratamiento 1 aplicaciones de fertilizante con nutre más, tratamiento 2, aplicaciones de fertilizante con Aminoleaf y tratamiento 3 aplicaciones de fertilizante 20-20-20 granular convencional. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 3 tratamientos y cada uno de estos con 5 repeticiones, contando con un total de 15 unidades experimentales.

Las variables de respuesta incluyeron: cantidad de fruto por hectárea, peso de fruto por hectárea y quetzales obtenidos por  $\text{mt}^2$  de área.

El tratamiento 3 del fertilizante granular 20 – 20 – 20 fue el que mayor peso promedio/ fruto obtuvo en general considerando los siete cortes de fruto efectuados a las plantas con 3.21 gramos, seguido por el tratamiento 2 de aminoleaf con 3.14 gramos y el tratamiento 1 nutre más con 1.69gramos.

Ninguno de los tres tratamientos de la investigación resultó ser viable según el análisis beneficio costo debido a que los costos de inversión iniciales para su establecimiento fueron los que causaron la elevación de la inversión, sin embargo, considerando el rendimiento de cada uno en cantidad, peso y longitud de frutos ha sido el de fertilizante granular 20 – 20 – 20 el que ha producido la mayor cantidad para cada variable.

La evaluación se vio afectada por problemas de encharcamiento y lavado de productos agroquímicos provocados por los excesos de lluvia, como resultado se obtuvo bajo rendimiento en la productividad del cultivo.

## ABSTRACT

The nutritional effect and yield in quantity and weight of fruit in chocolate pepper plants (*Capsicum annuum* var. *Acuminatum* Fingerth) by the application of two crystalline fertilizers of high solubility and one of granular formula in the first seven harvests, in the facilities were investigated. of the agricultural experimental field of the Universidad del Valle Campus Sur, located at km 92.5 Finca Camantulul CA. Mazatenango, municipality of Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

The following treatments were evaluated: treatment 1 fertilizer applications with nutre más, treatment 2, fertilizer applications with Aminoleaf and treatment 3 applications of conventional granular 20-20-20 fertilizer. A randomized block design was used with 3 treatments and each of these with 5 repetitions, with a total of 15 experimental units.

The response variables included: quantity of fruit per hectare, fruit weight per hectare, and quetzals obtained per mt<sup>2</sup> of area.

Treatment 3 of granular fertilizer 20 - 20 - 20 was the one that obtained the highest average weight/fruit in general considering the seven fruit cuts made to the plants with 3.21 grams, followed by treatment 2 of aminoleaf with 3.14 grams and treatment 1 nourishes more with 1.69 grams.

None of the three research treatments turned out to be viable according to the cost-benefit analysis because the initial investment costs for its establishment were the ones that caused the increase in investment, however, considering the performance of each one in quantity, weight and fruit length has been that of granular fertilizer 20 - 20 - 20 the one that has produced the greatest amount for each variable.

The evaluation was affected by problems of flooding and washing of agrochemical products caused by excess rainfall, as a result low yield in crop productivity was obtained.

# 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en el campo experimental agrícola de la Universidad del valle de Guatemala, considerando las problemáticas actuales en cuanto a la elevación de los precios en los fertilizantes a nivel mundial que ha traído como consecuencia la bajada de la rentabilidad en cultivos locales, siendo mayormente afectados los agricultores con cultivos intensivos, el chile chocolate ha sido una especie con tendencia a crecimiento a partir del 2016 según el MAGA en los departamentos de Chiquimula, Suchitepéquez, Santa Rosa y Jutiapa y la preferencia de esta especie radica en su alta tolerancia a sequías y su bajo riesgo de comercialización ya que permite una comercialización en fresco y seco.

La consecuencia de baja en la rentabilidad de este cultivo se convierte en una oportunidad para un estudiante de ingeniería para implementar una investigación que evaluó métodos alternativos de fertilización con costos por debajo de los convencionales.

El trabajo investigativo que se presenta evaluó tres métodos de fertilización con potencial nutricional alto y con costos bajos, en el apartado de la metodología se detalla el marco metodológico de la investigación, el afán de la presente investigación es generar a los agricultores la solución a la problemática económica, ya que los suelos presentan aptitud para este cultivo, pero adquirir los fertilizantes ha sido muy difícil por sus altos precios y baja oferta en el mercado. El agricultor tendrá información valiosa y confiable para tomar decisiones.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. General

- Evaluar dos tipos de fertilizantes cristalinos de alta solubilidad fórmula completa 20-20-20 + EM (Nutre más y Aminoleaf) en el rendimiento de chile chocolate (*Capsicum annuum var. Acuminatum Fingerth*) en la Costa Sur de Guatemala

### 2.2. Específicos

- Determinar el tratamiento con el mayor rendimiento en cantidad de chile chocolate (*Capsicum annuum var. Acuminatum Fingerth*) por área cantidad de chiles/hectárea
- Determinar el tratamiento con mayor peso de fruto por planta de chile chocolate (*Capsicum annuum var. Acuminatum Fingerth*) por área y peso producido en chile/hectárea
- Determinar la viabilidad económica por tratamiento.

## 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Hipótesis nula

Ninguno de los 3 tratamientos a evaluar mostrará diferencia estadística significativa en la variable rendimiento por área

### 3.2. Hipótesis alternativa

Al menos uno de los 3 tratamientos a evaluar tendrá una diferencia estadística significativa en el rendimiento por área.

## 4. JUSTIFICACIÓN

La zona Sur de Guatemala (Departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y las regiones costeras de Quetzaltenango y San Marcos), presenta una amplia gama de especies nativas, en cuyo potencial filogenético, se encuentra inmersa una gran variabilidad de cultivares y materiales de chile tradicionales, especialmente las relacionadas a *Capsicum annuum* (la cual es originaria de Mesoamérica) han sido establecidas y manejadas por pequeños agricultores que han evitado en sí que estas desaparezcan (IIDESO, 2003). Sin embargo, en los últimos meses del 2022 la rentabilidad de los cultivares han bajado por los altos precios de los fertilizantes granulados y los productores desconocen los resultados que se obtendrían fertilizando chile chocolate con hidrosolubles.

Dentro de las especies de chile se encuentra la variedad de chile chocolate, el cual se utiliza en la gastronomía del país para elaborar salsas, tamales a base de papa y como especia para platillos, siendo de importancia económica en regiones cálidas húmedas y secas del país. Los frutos maduros se deshidratan y se consumen directamente en esa forma o bien se muelen para convertirlo en polvo tal como se prepara y consume el chile Cobanero, por lo tanto, es importante estudiar el comportamiento de la planta de la que se obtiene al utilizar diferentes recursos de fertilizantes.

Esta investigación es necesaria para que los agricultores conozcan el potencial de los fertilizantes cristalinos hidrosolubles y que a partir del presente trabajo de graduación puedan tomar decisiones importantes considerando migrar a este tipo de fuentes nutricionales para especies vegetales, el costo de la nutrición puede ser modificado para beneficio del agricultor ya que los precios de éstos están muy por debajo de los fertilizantes granulados; además su aplicación demanda menos mano de obra y su rendimiento es mayor.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Antecedentes

Morán, (2008) derivado del interés por el valor agronómico, gastronómico y cultural del chile en México, realizó junto a sus colegas, un estudio sobre la caracterización biológica de chiles criollos (*Capsicum annum* L.) del sur del estado de Puebla, planteándose como objetivo estudiar la diversidad biológica del chile criollo (*Capsicum annum* L.) en el estado de Puebla, mediante la caracterización y evaluación de 43 poblaciones en términos de su variación morfológica y del contenido de capsaicina, como de su resistencia genética a *Phytophthora capsici* Leo, con análisis multivariado considerando 41 atributos morfológicos como hábito de crecimiento, la forma, longitud de corona, tamaño, coloración de los frutos al llegar a estado maduro, concluyendo que la capsaicina presente en las variedades Copi y del tipo Miauteco como el Poblano fueron los que resultaron más picantes y por lo tanto también con mayor resistencia al fitopatógeno descrito, generando conocimiento de los recursos genéticos de chile en ese estado mexicano y aportando información relevante para su conservación y usos sustentables dadas las preferencias tradicionales por su picor como mejoramiento de ese recurso.

Him, De Gutierrez, García & Castillo (2002), elaboraron un estudio relacionado a la Caracterización de 110 accesiones (recursos genéticos) de ajíes, chiles y pimientos (*Capsicum annum*) en Diviza y Azuero, Panamá, 1999-2000, trazando como objetivo caracterizarlos bajo condiciones de Panamá e identificar los genotipos tolerantes o susceptibles a *Ralstonia solanacearum* (marchitez bacteriana) al virus-geminivirus y seleccionar progenitores potenciales para el Proyecto de Mejora Genética, identificar o crear nuevas alternativas para los productores a través del mismo, con un material de estudio de 110 genotipos (accesiones) establecidos en un ensayo de recurso genético, proporcionados por REDCAHOR (procedente de distintos países), obteniendo como resultados días a floración entre 31-70 ddt; días a cosecha entre 61-90 ddt; palatabilidad variada entre dulce a picante, formas de fruto desde redondos, cónicos, alargados, achatados y tipo pimentón, colores de fruto entre verde, rojo, amarillo y naranja, color de

pétalos de flores de blanco y morado, color de anteras, amarillo o morado; pedúnculo, liso, en su mayoría y el número de lóculos, variados, obteniendo además como dato de importancia para la variedad de *Capsicum annuum* que la marchitez bacteriana y virosis estuvieron presentes, pero sólo en algunos genotipos, permitiendo caracterizar una gran variedad de genotipos, para los diversos usos que el Proyecto de Mejora Genética de Panamá pretende.

Vásquez, Miranda, Montforte , Gutiérrez, Velásquez & Nieto ( 2007) elaboraron un estudio sobre La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile, teniendo como objetivo derivado del interés de los consumidores por su grado de picor , determinar los principios activos de la capsicina, utilizando investigación de naturaleza fisiológica en tejido placentario de algunas variedades y especies , concluyendo que el estado nutricional de los cultivares de *Capsicum annuum* picantes suelen presentar un efecto muy relacionado a la CAP's, citando como ejemplo a la variedad 'Jalapeño' en la que se encontró que dosis de nitrógeno aplicado como fertilizante tuvo valores óptimos para la máxima acumulación de CAP's, de forma oportuna pero que dosis mayores a las sugeridas de acuerdo a su desarrollo fenológico ocasionan su disminución , de igual manera el efecto de la fórmula con Potasio en Jalapeño tiene efectos positivos en determinada etapa fenológica del cultivo, que heridas en las plantas y en los frutos formados tendrán efectos contrarios debido a que el oxígeno promueve su oxidación , y que también factores climáticos y los estados de desarrollo de las plantas tienen efectos importantes en la síntesis de capsicina .

Meza (2015) en su trabajo respecto al efecto de tres densidades de siembra y cinco programas de fertilización (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) en chile chocolate (*Capsicum annuum*, var. *Acuminatum Fingerth*) en Aldea la Libertad, Taxisco, Santa Rosa dónde se usó un diseño de bloques al azar y tratamientos en un arreglo factorial 3x5, evaluando cinco programas de fertilización; programa alto (152-101- 101 kg/ha), programa medio (117-78-78 kg/ha), programa bajo (82-55-55 kg/ha), programa usado por los agricultores (103-103-0 kg/ha) y un testigo absoluto, y combinándose con tres densidades de siembra

(33,333 plantas/ha, 25,000 plantas/ha, 20,000 plantas/ha) para un total de 15 tratamientos con 5 repeticiones finalmente evidenció que un programa de fertilización alto en kg/ha de 152 N – 101 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 101 K<sub>2</sub>O y combinado con adecuadas densidades de siembra, sirvió para denotar mejores características agronómicas en los frutos, respondiendo a las variables como periodo de cosecha, tamaño de fruto en largo y diámetro en centímetros, peso promedio de cien frutos, número de frutos/planta y costos e ingresos por cada tratamiento y obteniendo cosechas de frutos más en color amarillento que verde o rojo, concluyendo que son las mejores alternativas para recomendarse en el cultivo de chile chocolate en esa región, indicando además que el género *Capsicum* es originario de las regiones tropicales y subtropicales de América, teniendo como probable punto de origen las regiones de Bolivia y Perú y que erróneamente el género *capsicum* tiende a confundir porque a partir de error de Cristóbal Colón de confundirlo con la pimienta. Sin embargo, refiere que puntualmente entre los frutos picantes se destacan *Capsicum chinense* o habanero, *Capsicum frutescens* o tabasco, *Capsicum baccatum* o diente de perro y *Capsicum pubescens* o siete caldos.

Otzoy, Chan & Esteban (2003) en su informe final “Búsqueda, colecta, manejo agronómico, caracterización y obtención de cultivares y materiales de chile tradicional, *Capsicum annuum*, en la región suroccidental de Guatemala”, cuyo objetivo fue buscar, coleccionar, establecer el manejo agronómico, caracterizar y determinar cultivares y materiales tradicionales de Chile (*Capsicum spp.*) en la zona Sur-Occidental de Guatemala, teniendo como lugar de caracterización la granja Docente “Zahorí”, localizada en Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez y utilizando como metodología, el análisis de procedimientos univariado y multivariado, a través de Clusters y Componentes Principales para identificar los grupos de chiles, con una investigación que duró once meses, la cual fue ejecutada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala y cofinanciada por el Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROCC), concluyeron que las altitudes de colecta se presentaron desde los 28, hasta 825 msnm, determinándose características relacionadas al manejo agronómico, sobre todo para selección de semilla, tiempo de conservar el cultivar (en años), forma y tipo de almacenamiento de las semillas, elaboración de semilleros, época

y densidad de siembra, manejos fitosanitarios, tipos de nutrición e inicios de cosecha, para 48 cultivares y materiales de chiles, distribuidos en: 18 cultivares de Chile Blanco, (*Capsicum annuum* var. *annuum*.) 12 de Chile Verde (*Capsicum annuum* var. *annuum*) cuatro de Chile Diente de Perro (*Capsicum annuum* var. *annuum*), tres de Chile Nance (*Capsicum annuum* var. *annuum*), Chile Santo Domingo (*Capsicum annuum* var. *annuum*) y Chile Chocolate (*Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*), dos de Chile Guaque (*Capsicum annuum* var. *annuum*) y un cultivar de Chile Chiltepe (*Capsicum annuum* var. *aviculare*), Chile Cobán (*Capsicum annuum* var. *annuum*) y Chile Verde Largo (*Capsicum annuum* var. *Annuum*, recomendando continuar con investigaciones que se relacionen con disponer de un paquete tecnológico agrícola idóneo para algunos materiales que resultaron ser muy rentables entre los cuales se citan el chile cobanero, chile chiltepe, chile chocolate, chile blanco y también manifiesten ser resistentes o tolerantes, al ataque de las principales plagas de chile tradicionales, como la Araña Roja (*Tetranychus spp.*) y del Picudo del Chile (*Anthonomus eugenii*) y continuar con los estudios de aceptación de las otras variedades de chiles de la zona suroccidental de Guatemala.

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (2013), en su investigación Cultivos Nativos de Guatemala y Bioseguridad del uso de organismos vivos modificados, Chile (*Capsicum sp*), cuyo objetivo fue validar el proyecto “Desarrollo de Mecanismos para Fortalecer la implementación del Protocolo de Cartagena en Guatemala” Proyecto UNEP-GEF GFL 2328-2716 4B43, que fuera ejecutado por CONAP , a través de la Oficina Técnica de biodiversidad -OTECBIO- y financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente GEF y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA-UNEP, utilizando metodología de investigación descriptiva, concluyó que el chile en la región de Guatemala es un cultivo desarrollado comercialmente , sobre todo por sus condiciones edafoclimáticas, los departamentos de Zacapa, Baja Verapaz y Petén, utilizándose variedades mejoradas, que su producción generalmente se destina para el consumo local en mercados regionales, para la industria y en casos específicos para exportación como es el del chile habanero ampliamente producido en el departamento

de Petén, pero que también existen producciones importantes en otros departamentos del utilizando variedades endémicas propias de los agricultores, destinadas para consumo en forma fresca (chile chocolate, chile chiltepe), transformada en polvos, salsas, deshidratados (el chile cobanero), concluyendo que en Guatemala se hace énfasis en los recursos genéticos existentes, en la distribución de los principales cultivares nativos y de sus parientes silvestres, en la biología de las especies relacionadas con la filogenética, sus capacidades de cruzamientos, sus polinizaciones y sobre todo en el estudio de nuevas variedades genéticamente modificadas.

## 5.2 Capsicina en *Capsicum annuum*

CIGNA (2022), ubica a la capsaicina o capsicina (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), como un alcaloide natural que se encuentra en diferentes plantas del género *C. annuum*, sobre todo en variedades como chile jalapeño, ajíes, etc. Capaz de interactuar con los receptores que relacionados con la nocicepción (proceso neuronal mediante el cual es codificado y procesado un estímulo considerado potencialmente dañino para tejidos), pero a pesar de ello tiene diversos usos actuales como quemante de grasas, estimular apetito, etc, conociéndose el grado de picor de la capsicina presente en los frutos de *Capsicum* como pungencia y están determinados sus valores por la escala Scoville.

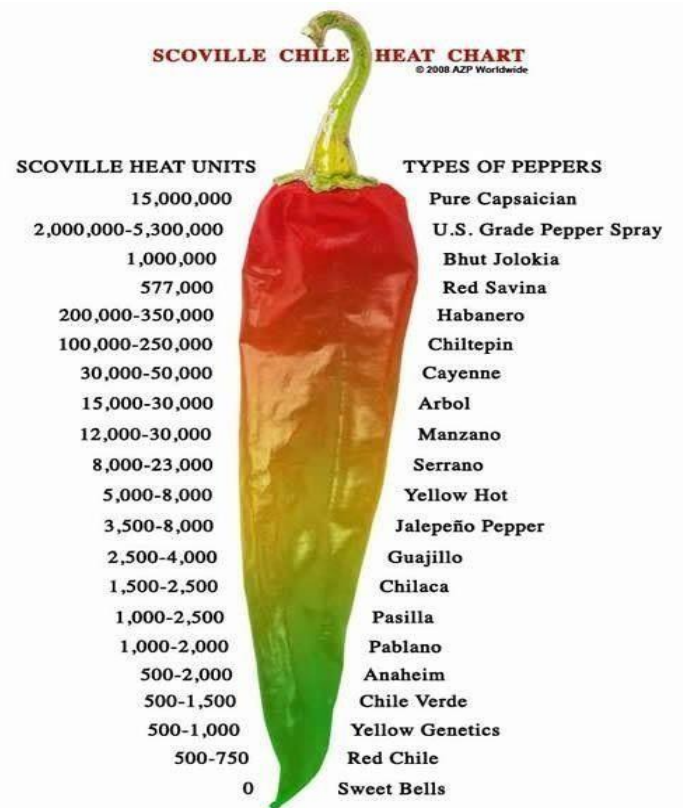
Contacto Magazine (s.f.) narra que acorde a datos recopilados de frailes entre los que figura el de Fray Bernardino de Sahagún redactado en la segunda mitad del siglo XVI, el chile era empleado en las culturas azteca y maya no sólo para sus dietas alimentarias sino como un gas bélico al quemarlo provocando un humo denso y picante en sus guerras. En las vocaciones estrictamente culinarias mezclaban tomates con chile originando los llamados chilmollis, de naturaleza ahumado, picante, chile seco, picor suave, con colores de chile verde, de chile amarillo, de chile colorado y de chile negro, agregándolo también a sus bebidas como el chileatole, mezclas de chocolate y agua de chile llamado chicacalhuati y agregando al pago de tributos en los pueblos conquistados aparte del maíz, cacao y frijol una dote de chile, lo que determina que el grado de picor de la capsicina contenida en los frutos de *Capsicum annuum* siempre tuvo preferencias de diversas índoles.

Pérez (2014), cita que los frutos de la mayoría de *C. annuum* contienen capsaicina, que otorga el sabor picante a los mismos y que el contenido varía de acuerdo con la variedad y también a los factores ambientales y edáficos que circundan a las plantaciones de Chile, encontrándose la capsaicina en mayor concentración en los frutos maduros y solamente en las capas externas de las placentas que son los tejidos que sostienen a las semillas, pero también bajo la epidermis que es irregular y gruesa.

### 5.3 Determinación de la escala de picor de los chiles

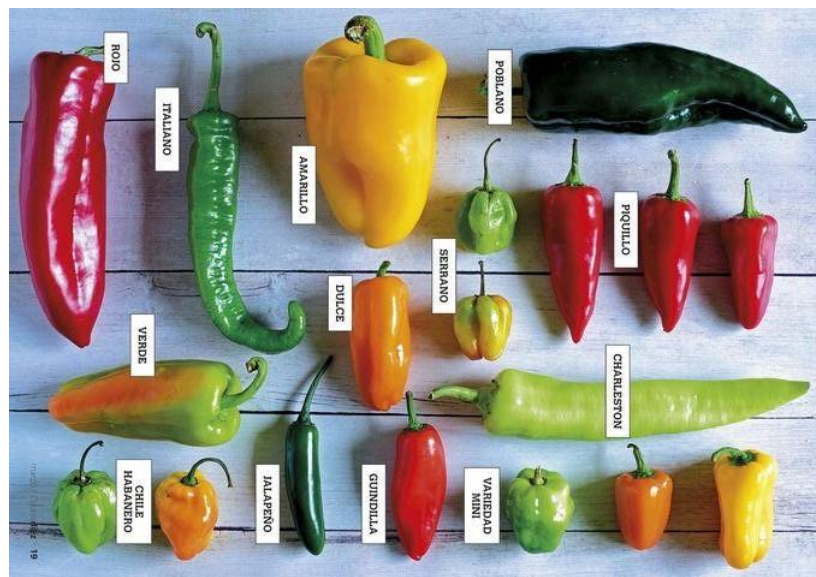
OkiDiario (2021) indica que el origen de la escala Scoville debe su nombre al químico estadounidense de nombre Wilbur Scoville a principios del siglo XX, quien realizara el primer diagnóstico organoléptico para determinar el picor en pimientos, siendo su procedimiento el siguiente: Diluir una solución de extracto de cualquier pimiento en agua azucarada y el grado de solución de dicho extracto es la medida en la escala, de manera entonces que si un *Capsicum* no contiene capsaicina no es entonces picante y tendrá cero en la escala de Scoville. Así es como han surgido numerosos valores Scoville en muchos chiles del mundo y pocos se atreven a hacer la prueba de algunos, pues los expertos indican que los de valores muy elevados, aunque sea un pequeño trozo sobre la lengua activaría los receptores de dolor en ella y en labios, reaccionando con las siguientes manifestaciones: lagrimeo, dificultad para respirar, quemazón en la garganta, inflamación del estómago, náuseas y posibles diarreas.

Figura 1. Escala Scoville de los diferentes tipos de chiles en el mundo.



Nota: La figura muestra los diversos rangos de unidades Scoville para picor de chiles. (Pinterest.com, s. f.)

Figura 2. Variedades de pimientos y chiles picantes (*Capsicum annuum*).



Nota: existen diversos chiles picantes en el mundo. (Hearst Getty images, 2021)

## 5.4 Variedades de chiles en Guatemala

CUNSUROC (2003) resume en su investigación realizada a lo largo del país y principalmente la zona suroccidental de Guatemala, que comprende geográficamente a los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y las regiones costeras de Quetzaltenango y San Marcos, que nuestro país tiene una diversa gama de especies nativas de chiles, en cuyo potencial filogenético, se hallan diversos cultivares de chiles tradicionales, sobre todo en *Capsicum annum*, considerado de origen mesoamericano, y que han sido de antaño establecidos y manejados con conocimientos empíricos por pequeños agricultores, preservando su existencia. La búsqueda, colecta, manejo de establecimiento agronómico, caracterización y determinación de estos materiales tradicionales de chiles de la variedad *Capsicum annum* permite que hoy día se conozca una colección reconocida de 48 cultivares.

Azurdia (2004, citado por Pérez, 2014) refiere que de las cinco especies de chile cultivadas, *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. baccatum*, en Guatemala solamente se hallan adaptadas y cultivadas las primeras cuatro, considerando solamente a *C. annum* y *C. frutescens* como nativas del país, en tanto que *C. chinense* y *C. pubescens* fueron introducidas en tiempos prehispánicos desde América del sur, así que la gran diversidad de chiles presentes en Guatemala corresponden a materiales genéticos nativos pertenecientes a *C. annum*, citando que existen también cinco especies de naturaleza silvestre: *C. annum* var. *glabriusculum*, *C. ciliatum*, *C. frutescens*, *C. lanceolatum* y *C. rhomboideum*. También refiere que aparentemente no existen barreras bien definidas entre las especies de chiles conocidas pues se han obtenido híbridos en todas las combinaciones, de las especies conocidas, excepto en la *Capsicum pubescens*, y que cada una ha mostrado necesitar diferentes grados de nutrición vegetal.

Tabla 1. Diversidad de chiles presentes en la gastronomía guatemalteca

Nombre común	Nombre científico	Localización geográfica en el país
Chile Cobanero	<i>C. Ceraciforme</i> (Miller) Irish	Norte izabal, centro sur de Petén
Chile Habanero	<i>C. annum</i> var. <i>Chinense</i>	Lago Petén Itza, altiplano central
<i>Chile de caballo</i>	<i>C. annum</i> var. <i>Pubescens</i>	Lago Petén Itza, altiplano central
<i>Chile guaque</i>	<i>C. Annum</i>	Sobre 1800 msnm, altiplano central
<i>Chile diente de perro</i>	<i>C. frutescens</i> var. <i>Baccatum</i>	Zonas cálidas del país
<i>Chile dulce rojo</i>	<i>C. annum</i>	1500 a 2000 msnm en todo el país
<i>Chile dulce verde</i>	<i>C. annum</i>	1500 a 2000 msnm en todo el país
<i>Chile dulce amarillo</i>	<i>C. annum</i>	1500 a 2000 msnm en todo el país
<i>Chile chiltepe</i>	<i>C. annum</i> var. <i>Aviculare</i>	Zonas cálidas desde 0 a 1500 msnm
<i>Chile chocolate</i>	<i>C. annum</i> var. <i>Acuminatum fingerth</i>	Zonas cálidas desde 0 a 1500 msnm

*Nota:* la diversidad de chiles tradicionales de Guatemala se basa según su distribución geográfica en el país. (Centro Universitario de Suroccidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, Informe final. 2003 y Azurdia, 2014)

## 5.5 Zonificación de materiales y cultivares de chiles en Guatemala

Tabla 2. Zonas de producción de los principales materiales y cultivares de chiles en Guatemala

Material	Zona de vida	% de arraigo
Chile de huerta	Bosque húmedo y muy húmedo subtropical cálido	50 %
Chile chocolate	Región intermedia bosque muy húmedo subtropical cálido	66 %
Chile chocolate	Bosque húmedo subtropical cálido	34 %
Chile nance	Parte alta, bosque muy húmedo subtropical cálido	100%
Chile Santo Domingo	Límite de bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical cálido.	50%
Chile Santo Domingo	Parte alta del bosque muy húmedo subtropical cálido	50%
Chile diente de perro	Parte media y alta de bosque muy húmedo subtropical cálido	100%
Chile chiltepe	Bosque muy húmedo subtropical cálido	100 %

*Nota:* la distribución de producción según la zona de vida. (CUNSUROC , 2003)

## 5.6 Características botánicas del chile chocolate (*Capsicum annum var. Acuminatum fingerth*)

Tojin (1984, citado por Meza, 2015) refiere que la especie de chile *C. annum var. Acuminatum fingerth*, es una planta de naturaleza herbácea , con un crecimiento determinado entre 0.60 a 1.20 m, cuya raíz es pivotante con mucha raíz adventicia, que oscilan en profundidad desde los 0.70 a 0.90 m, con tallo semileñoso, ramificación verde, flores frágiles de color blanco , cuyos frutos son cónicos alargados de color verde al iniciar, pasando luego a color rojo, picante intermedio según la escala Scoville, con utilización para fines industriales y domésticos y cuya composición química está comprendida por un gran gran porcentaje de agua, cerca del 74 %, proteína 2.3 % y

Carbohidratos 15.8 %, más otros componentes entre vitaminas y minerales y que algunas veces es confundido con la variedad de chile cuerudo, que tiene también amplio arraigo en algunas localidades del departamento del Petén y Santa Rosa, sin embargo, la diferencia radica en que el chile cuerudo presenta mayor grosor en el pericarpio, de allí su nombre, y una periferia muy corrugada con ápice obtuso.

Meza (2015), refiere según sus investigaciones, que la variedad *Capsicum annum var. Acuminatum fingerth* en los agricultores del área de Taxisco, alcanza rendimientos en kilogramos por hectárea entre 15,300 a 16,826 kilogramos por ha, como fruto en verde, que es cómo la mayoría de los productores lo vende a nivel local, y que derivado de esto es que la comercialización de sus frutos se caracteriza por estos tres estadíos:

- Estado verde. Frutos totalmente verdes
- Estado Rojo. Frutos en plena maduración que le confieren el color rojo
- Estado seco. Frutos cosechados en la fase de maduración y puestos luego a deshidratar de forma natural con la luz del sol.

Es de hacer notar que algunos planes de fertilización y tipos de suelo pueden manifestarse en coloración amarillenta en los frutos sin que esto denote falte de algún nutriente. El ciclo vegetativo de esta variedad de chiles oscila entre los 70 a 90 días, lo que permite posicionarlo entre los chiles de naturaleza precoz y por ello es preferido también por los agricultores para la planificación de su siembra y cosecha.

Figura 3. Chile chocolate var. *Acuminatum fingerth*, en verde.



*Nota:* presentación comercial del chile chocolate en el mercado local de Guatemala. (Maya-ethnobotany.org. ,2022)

Figura 4. Chile chocolate var. *Acuminatum fingerth*, deshidratado.



*Nota:* La imagen muestra otra forma de comercializar el chile chocolate en el mercado local de Guatemala, como lo es deshidratado. (Maya-ethnobotany.org., 2022)

### 5.7 Clasificación taxonómica del chile picante chocolate

Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Sub-familia	Solanoideae
Tribu	Capsiceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Annuum</i>
Variedad	<i>Capsicum annuum var. Acuminatum Fingerth</i>

(Conabio.gob, 2009)

## 5.8 Composición química y nutricional del chile

Tabla 3. Composición química del fruto de chile *Capsicum annuum* var. *Acuminatum*

Sustancia	Contenido % y gramos
Agua	94%
Hidratos de carbón	3.7% (fibra 1.2%)
Lípidos	0.2%
Proteínas	0.9%
Sodio	0.5 mg/100 g
Calcio	12 mg/ 100 g
Hierro	0.5 mg/ 100 g
Potasio	186 mg/ 100 g
Fósforo	26 mg/ 100 g
Ácido ascórbico (vit. C)	131 mg/ 100 g
Retinol (vit. A)	94 mg/ 100 g
Tiamina (vit. B1)	0.05 mg/ 100 g
Riboflavina (vit. B2)	0.04 mg/ 100 g
Ácido fólico (vit. B3)	11 microgramos / 100
Capsicina	30 000 – 50 000 unidades Scoville

*Nota:* La tabla refiere la síntesis de vitaminas y minerales contenidos en los frutos de *Capsicum annuum* (Meza, 2015)

## 5.9 Maneras de comercializar el fruto de *Capsicum annuum* a nivel mundial

CUNSUROC (2003), determina que los usos atribuidos a las diferentes especies de *Capsicum spp* están determinados por la naturaleza de su picor en relación a los grados Scoville, el color de sus frutos, sabor, tamaño, diámetro y otras características, entre ellas: propiedades medicinales, como especias, encurtidos, salsas (sobre todo en la cultura mexicana y Centroamericana), salsas con sardinas, salsas con tomates, polvo,

rellenos (sobre todo en la cultura guatemalteca que se les rellenan con mezclas de carne y verduras, forrados con batido de huevo), paprika, enlatado en fresco, deshidratados y en fresco, sea en color verde o rojo.

### 5.10 Factores edafoclimáticos para el cultivo de *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*

Montes (2010), citado por Pérez (2014) refiere que las variedades de *Capsicum annuum* sobre todo para incrementar los niveles de capsicina que interesan al mercado, necesitan de los siguientes factores:

- Latitud. desde 0 hasta más de 2500 msnm abarcando diferentes regiones del país
- Temperatura. Su media es de 24°C, lo que permite se desarrolle entre los 20°C a 30°C, sin embargo, descendiendo por debajo de los 15°C las plantas entran en un descenso de su productividad y si continúa por debajo de los 10°C su desarrollo se paraliza. Sin embargo, temperaturas superiores a los 35°C su fructificación es nula debido a la poca polinización.
- Suelos. textura ligera, arenosa-arcillosa, con alta retención de Hu
- pH. entre 6.3 a 7.0
- HuR. 50 y 70%
- Baja Humedad relativa y T muy altas. induce a caída de flores por excesiva transpiración por las temperaturas desarrolladas durante el día.

### 5.11 Densidad de siembra recomendado para *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*

Pérez (2014), cita que la densidad de siembra óptima para cualquier variedad de planta entre ellas *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth* dependerá de las características morfológicas y genéticas de la planta, de su longitud en período de crecimiento, del nivel de recursos disponibles para su crecimiento y de su arreglo espacial para crecimiento, sin embargo, anota que conforme aumenta la población disminuye la

producción media por planta, debido a un incremento de la competencia por los recursos necesarios para su desarrollo.

“En la planificación de siembra del cultivo de chile se necesita conocer su capacidad productiva: tolerancia o resistencia a enfermedades: hábito de crecimiento: el ciclo comprendido de siembra o cosecha: sistema de conducción y siembra (surco simple o surco doble): época de siembra”. (Escobar, 1994, citado por Meza, 2015, p. 12)

Ortiz (2008), cita que al menos en el cultivo de *Capsicum annuum* var. *Chinense* conocido como chile habanero, fue el distanciamiento de siembra conocido también como marco de siembra lo que resultó directamente determinante en sus rendimientos de producción de chile, comparado al plan de fertilización empleado, comprobando que las distancias manejadas entre 0.25 ó 0.50 m entre plantas, de esta variedad y especie corroboraron la respuesta a su incremento en rendimiento por m<sup>2</sup> de superficie. Refiere además que siendo las variedades de chiles cobanero, habanero y chile chocolate similares en comportamiento en latitudes y condiciones edafoclimáticas para su desarrollo fenológico, se sugiere la misma densidad, aunque los planes de fertilización puedan ser diferentes dadas las condiciones de los suelos y áreas donde estén plantadas.

Figura 5. Densidad idónea entre plantaciones de *Capsicum annuum* var. *Acuminatum* *fingerth*.



*Nota:* La figura representa la idoneidad de densidad de siembra para las variedades de *Capsicum annuum*, entre 0.25 a 0.50 m. (Agriculturers.com, s.f.)

### 5.12 Función del tutorado en cultivo de chile *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*

INTAGRI (2022) indica que el tutorado de las plantas es quizá una de las labores más imprescindibles y fundamentales en la producción de las variedades de *Capsicum annuum* entre las que se encuentra la variedad *Acuminatum fingerth* pues permite que durante su crecimiento pueda garantizar un desarrollo óptimo evitando roturas en sus partes aéreas vegetativas, y consiste en la utilización de materiales como las rafias, espalderas, tensores y hasta anillos de sujeción agrícolas que permitan sostener y mantener erguida la parte aérea de las plantas a lo largo de su ciclo vegetativo , evitando además que hayan contacto de los frutos con el suelo, favoreciendo la sanidad y obteniendo una calidad superior en los fruto cosechados, aprovechando los espacios entre plantas, entre surcos , la iluminación, ventilación, manejos del cultivo como podas, aplicación de productos fitosanitarios, bioestimulantes , fórmulas foliares, solubles o granulares . Los cultivos de chiles de cualquier variedad bajo cubiertas, generalmente se inclinan a utilizar dos sistemas de tutorados conocidos universalmente como lo son el español y el holandés.

Figura 6. Tutorado español en una *Capsicum annuum* var. Jalapeño.



*Nota:* tutorado español que se caracteriza por presentar una espaldera o malla donde los cultivos puedan crecer direccionados y protegidos. (Hortomalla.com ,2022)

Figura 7. Tutorado holandés en *Capsicum annuum* var. Pimiento dulce.



*Nota:* tutorado holandés en Chile se caracteriza por suspender de la parte aérea del invernadero, las rafias agrícolas para sujetar a las plantas de *C. annuum*. (Hortomalla.com, 2022)

### 5.13 Nutrición vegetal en *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*

Mengel & Kirkby (2000), citan que “La nutrición puede definirse como el suministro y la absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y el metabolismo; y los nutrientes como los compuestos químicos requeridos por un organismo. Los mecanismos por el cual los nutrientes se convierten en material celular o suministran energía son llamados procesos metabólicos. El término metabolismo comprende una serie de variadas reacciones que ocurren en una célula viva para mantener la vida y el crecimiento. Así, la nutrición y el metabolismo están cercanamente relacionados entre sí”.

De lo anterior se deriva que los nutrientes vegetales pueden dividirse en macronutrientes y micronutrientes y que las plantas necesitan a los macronutrientes en cantidades relativamente elevadas en comparación a los micronutrientes.

Incosal (2022), refiere que “la nutrición vegetal es de gran importancia para el buen desarrollo de su cultivo y por ende proyectar una muy buena cosecha, pero se deben conocer aspectos que permitan conocer el funcionamiento de dicha planta para contrarrestar efectos colaterales en las plantas como deficiencias, además saber cómo

actúan los elementos en las plantas, en que, momento aplicarlos y cómo conocer una deficiencia por el aspecto de esta”. De manera que el aprestamiento de los suelos en cómo prepararlos con los nutrientes que serán recepcionados por las raíces de los cultivos, las dosificaciones efectivas, conocer las etapas fenológicas y otros detalles permitirán el éxito en las cosechas de los cultivos plantados.

### 5.14 Elementos mayores

Llamados también en algunas literaturas de nutrición vegetal como Macronutrientes, son aquellos que las plantas utilizan en mayores cantidades en su metabolismo, sobre todo los tres primeros, porque a partir de ellos puede formar sus diferentes tejidos, entre los cuales se citan:

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)
- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)
- Azufre (S)

(Incosal, 2022)

### 5.15 Elementos menores

Incosal (2022), indica que los elementos menores conocidos también como micronutrientes, son aquellos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades, sin embargo, conjuntamente a los macronutrientes forman parte de los elementos claves para su desarrollo y que la deficiencia de alguno puede provocar retardos en el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos.

## 5.16 Acción de los nutrientes en las plantas

Tabla 4. Acción de los macronutrientes, funciones específicas y síntomas de deficiencias en las plantas.

Nutriente	Función	Deficiencia
Nitrógeno	Síntesis en proteínas, ácidos nucleicos, fitohormonas	Clorosis y crecimiento deforme
Fósforo	Fosfolípidos, ATP	Raíces débiles
Potasio	Síntesis de proteínas	Debilitamiento general, manchas y clorosis en las plantas
Calcio	Forma paredes celulares	Muerte y necrosis en meristemos, tallos y raíces
Magnesio	Parte activa de la clorofila	Clorosis en hojas
Azufre	Componente de enzimas y proteínas	Venación oscura y necrótica

*Nota:* principales síntomas que presentan las plantas por falencias nutricionales en Macronutrientes (Incosal, 2022)

Tabla 5. Acción de los micronutrientes, funciones específicas y síntomas de deficiencias en las plantas.

Nutriente	Función	Deficiencia
Hierro	Síntesis de proteínas	Tallos cortos, débiles, clorosis foliar
Manganeso	Formación de aminoácidos	Clorosis en hojas jóvenes y necrosis
Zinc	Activador de síntesis de proteínas	Clorosis en hojas tiernas, manchas en hojas adultas
Cobre	Formación de enzimas	Clorosis en hojas tiernas
Boro	Síntesis de ácidos nucleicos, transporte de carbohidratos	Muerte de meristemos y de floración con altos índices de aborto
Molibdeno	Esencial en fijar nitrógeno	Clorosis y muerte de hojas jóvenes
Cloro	Fotosíntesis y balance hídrico junto al fósforo	Marchitez, tejidos muertos y enrollados

*Nota:* La muestra señala los principales síntomas que presentan las plantas por falencias nutricionales en micronutrientes. (Incosal, 2022.)

## 5.17 Fuentes de nutrición vegetal

En la rama de la nutrición vegetal es muy importante conocer las fuentes que servirán a mejorar la producción, la calidad y la productividad en las plantas, por eso se hace necesario conocer de primera fuente la naturaleza de los sustratos, luego los fertilizantes, la naturaleza de ellos, los estimulantes y el resto de insumos, porque es normal que los suelos presenten desbalances nutricionales debido a monocultivos, aplicaciones incorrectas de algunos elementos o que la ubicación geográfica presente condiciones edafoclimáticas adversas que propicien el desbalance, siendo indispensable entonces que se desarrollen y apliquen fórmulas conocidas como dietas balanceadas de nutrientes. (Agroactivo, s.f.)

## 5.18 Nutrición balanceada en cultivos

YARA (2018), define que la Nutrición Balanceada en las plantas es la actividad de asistir a una planta con el suministro idóneo de los nutrientes esenciales tomando en cuenta la fuente, la dosis idónea, el momento oportuno y los sitios correctos, basándose en los principios 4R, por la palabra “right” en inglés, para así propiciar un desarrollo óptimo. Evidenciando de hecho las siguientes ventajas en los cultivos:

- Evita la degradación de suelo asegurando la nutrición sustentable.
- El análisis de suelo determinará la aplicación de la fórmula fertilizadora, acorde a las necesidades del cultivo, caso contrario habrá secuelas de negatividad, lixiviación de nitratos y pérdidas de cosechas.
- Un programa de nutrición para determinado cultivo en plena producción, evidencia como resultado un bajo impacto en el ambiente, por tonelada de producto agrícola producido.
- Un programa de nutrición balanceada asegura desde un principio que el desarrollo y rendimiento del cultivo no sea disminuido por falencia de algún nutriente acorde a la teoría del científico alemán Justus Von Liebig y su Ley del Mínimo.

Con cada cosecha YARA (2018), indica que los nutrientes del suelo son removidos sobre todo si son monocultivos y que por eso se usan los fertilizantes minerales para sustituirlos y equilibrar su nutrición, garantizando mejores cosechas, nuevos ciclos de desarrollo, sin disminuir las reservas de un suelo, unido a los manejos agronómicos pertinentes.

Medina, Borges & Soria (2010, citados por Pérez 2014), enfatizan que, en cultivos como las variedades de chiles, *Capsicum annuum*, se requiere de aplicaciones adecuadas y puntuales de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio para determinar los factores de crecimiento que expresarán después los niveles de rendimiento y calidad en las cosechas, sobre todo por la exigencia de capsicina en los consumidores.

### 5.19 Parámetros de fertilización para *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth*

Ramírez (2000, citado por Pérez, 2014), refiere que para cultivos de la naturaleza del chile *Capsicum annuum* var. *Acuminatum fingerth* inicialmente es necesario contar con un análisis de suelo que determine los nutrientes faltantes, pero que también deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- Aunque la exigencia en cultivo de chile sea para Nitrógeno y Fósforo, un exceso de N manifestará un desarrollo vegetativo excesivo, presentando ruptura de ramas, cero formaciones de flores y por consiguiente de frutos.
- El análisis de Calcio es importante para evitar la pudrición apical de los frutos cuando se presente el cuajado de estos.
- Las deficiencias de Boro al intervenir con la absorción del calcio igualmente manifestarían bloqueos en la síntesis final de los frutos, impidiendo floración.
- Un pH mayor a 7.0 tendrá como consecuencia deficiencias de elementos menores.
- Las aplicaciones conjuntas de Fósforo y Potasio puede realizarse al momento del trasplante beneficiando a los cultivares de chiles.

- En relación con las dosis de N es muy importante dividir las en dos aplicaciones: en el momento del trasplante y en el momento de formación del fruto.
- Si la fórmula fuera granular debe ser aplicada en banda a 0.05 m de profundidad.
- Los suelos muy ácidos deben recibir aplicaciones de cal agrícola de preferencia dolomítica.

## 5.20 Categoría de las fórmulas nutricionales en Guatemala

Las casas comerciales de fórmulas fertilizadoras en Guatemala suelen presentar sus productos divididos en:

- Fertilizantes sólidos (pellets) también conocidos como fórmulas al suelo: están diseñadas para su aplicación directa de forma manual o mecanizada, pero la homogeneidad de los pellets asegura una distribución muy buena alrededor del cultivo.
- Fertilizantes solubles: generalmente son polvos granulares, pero también vienen en forma líquida, se diluyen con agua previo a su aplicación y por lo general también suelen ser tinturados en tonos azul o verde, disolviéndose muy prontamente en agua, la cual debe ser potable y así las plantas pueda tomarlo inmediatamente.
- Fertilizantes foliares: estas fórmulas son aplicadas directamente sobre la planta (follaje, tallo, fruto) y su exclusiva formulación permite que sus nutrientes puedan ingresar rápidamente a través de las hojas permitiendo que los cultivos dispongan de ellos en el momento preciso, suelen ser compatibles con la gran mayoría de productos fitosanitarios en el mercado lo que facilita la aplicación a todos los cultivos.
- Quelatos: los quelatos son compuestos donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelatante orgánico y se usan en la agricultura para proveer a los cultivos

principalmente de elementos menores cómo hierro, manganeso, zinc y cobre.

- Ácidos húmicos: son moléculas complejas orgánicas formadas como resultado de la oxidación y la descomposición de materia orgánica.
- Ácidos fúlvicos: Pertenecen a una familia de ácidos orgánicos que de forma natural se encuentran en el humus formando parte de una fracción de la materia orgánica del suelo. actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante.
- Bioestimulantes: son complementarios a la nutrición y protección de la mayoría de los cultivos y son aplicados para maximizar el potencial genético de las especies y variedades, generando cambios hormonales, activación de los procesos metabólicos y mejorando la eficiencia de la nutrición, estimulando su desarrollo y respondiendo ante factores de estrés. (DISAGRO, 2022)

## 5.21 Tipos de abono foliar

En la clasificación específica de abonos foliares existen dos grandes grupos, los compuestos de sales minerales, y los de componentes orgánicos naturales o sintéticos, conocidos como quelatos.

- Abono foliar compuesto de sales minerales: Hechos a base de nitratos, cloruros y sulfatos que suelen dosificarse cuando las plantas presentan sintomatología de estrés por condiciones climatológicas o plagas que se aplican cuando la planta padece síntomas de estrés, ya sea por un clima inusual o por plagas, suelen presentar fitotoxicidad cuando las dosificaciones no son controladas sobre todo con cloruro y el nitrato.
- Abono foliar compuesto de quelatos: Poseen la ventaja que son asimilables de forma más rápida tomando en cuenta los riesgos presentes por lluvia o por riego, están hechos a base de elementos sintéticos como el ácido etilendiamino tetracíclico que impide se volatilice el nutriente que contienen. (Flordeplanta.com, s.f.).

Figura 8. Forma de aplicación de algunas fórmulas foliares en fertirriego.



*Nota:* las fórmulas foliares pueden maximizarse cuando se utilizan en programas de fertirriego direccionado con riego por goteo. (Portalfrutícola.com, 2022)

## 5.22 Factores que afectan la respuesta de las plantas ante la aplicación de fórmulas foliares

Aun cuando las fórmulas foliares puedan representar una gran ventaja en las dietas balanceadas de las plantas y específicamente en el cultivo de *Capsicum annuum var. Acuminatum fingerth*, para potencializar su desarrollo e inducirlo a un estado productivo óptimo, es de tomar en cuenta estas tres condicionantes:

- Factores ambientales: Luz, humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, lluvia, niebla.
- Factores de formulación: Punto de deliquescencia, solubilidad, tasa de retención, pH, carga eléctrica, tamaño molecular, facilidad para ser incorporado metabólicamente.
- Factores relacionados a la planta: Topografía de la superficie y química, estado fenológico de la planta, ritmo circadiano y metabólico (apertura estomática, flujo

xilematico, etc.), estado hídrico y nutricional de la planta, incidencia de factores potenciales de estrés. (Red agrícola, 2020)

Figura 9. Estomas en una hoja.



*Nota:* Las tasas de absorción de las fórmulas foliares, a través de sus nano partículas penetran las estomas por difusión, en condiciones favorables climáticas. (Redagrícola, 2020)

### 5.23 Naturaleza de la fórmula 20-20-20 + EM (Nutre más)

MITAGRO (s.f.), refiere que la fórmula 20-20-20+EM, NUTRE MÁS pertenece al grupo de fórmulas balanceadas de naturaleza hidrosoluble que permiten a las plantas obtener un complemento foliar en cada una de las diferentes etapas de su desarrollo ya que contienen macro, micronutrientes y ácidos húmicos. Su dosificación estará sujeta a los parámetros de nutrición recomendados al cultivo y a la deficiencia que pudiera presentar el mismo.

## 5.24 Naturaleza de la fórmula 20-20-0+ EM, Aminoleaf

DMAGRO (s.f.), refiere que en eficacia y alta calidad y pureza la línea de fertilizante foliar conocida como AMINOLEAF está indicado para compensar las exigencias nutricionales de las plantas, propiciando un crecimiento y estimulando un desarrollo balanceado entre su fase vegetativa y la productiva, asegurando rendimientos cuali-cuantitativos, y que puede ser utilizada tanto para cultivos protegidos que generalmente tienen limitado desarrollo radicular o en suelos caracterizados por altos niveles de fijación o de lixiviación y con adversidades de sequía. Su alta concentración en NPK permite que en las diversas fases fenológicas de los cultivos puedan satisfacerse sus requerimientos nutricionales ya que dispone de macronutrientes y un coctel balanceado de micronutrientes como boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, casi todos en forma quelatada que evitan se formen compuestos precipitados, lo que previene que puedan sobrevenir desequilibrios de nutrición y microdeficiencias en los cultivos.

La caracterización de la fórmula 20-20-20 +EM, AMINOLEAF se conoce por lo siguiente:

- Fertilizante NPK Microcristalino para aplicación foliar y radicular con microelementos quelatados.
- Fertilizante de empleo universal, apto para todo el ciclo del cultivo, desde la fase de inicio, hasta la fase final del cultivo. Para suplir las demandas de elementos nutritivos y para garantizar el máximo rendimiento en calidad y cantidad.
- Aplicaciones. Desde semilleros hasta antes de la floración pasando por trasplante, y primeras etapas del desarrollo vegetativo.
- Compatibilidad. Incompatible con caldo bordelés, compuestos nítricos o productos altamente alcalinos

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del campo experimental agrícola de la Universidad del Valle campus sur, ubicada en km 90.5 CA Mazatenango en Jurisdicción del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla en la finca Camantulul, ubicado en las coordenadas 14.331137, -91.060092.

Figura 10. Ubicación de la investigación.



*Nota:* el área de investigación es la indicada en el rectángulo amarillo.

### 6.2. Zona de vida

Bosque muy húmedo subtropical cálido, sus condiciones climáticas son muy variables por la influencia de los vientos, la biotemperatura va de 21° a 34°C, la evapotranspiración

potencial puede estimarse en promedio de 0.45. El patrón de lluvia varía entre 2,136 y 4,327 mm, promediando 3,284 mm de precipitación total anual. El régimen de lluvias es de mayor duración; por lo que influyen grandemente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación. La vegetación natural es una de las más ricas en su composición florística, con una alta biodiversidad. (dequate, 2013)

### 6.3 Diseño experimental

La investigación se estableció siguiendo el modelo estadístico de bloques al azar los bloques al azar son utilizados para reducir y controlar la varianza del error experimental para tener una mayor precisión, del cual se indica su formulación a continuación:

#### 6.3.1. Modelo estadístico bloques al azar

- $Y_{ij} = M + T_i + B_j + ee$
- En donde:
- $Y_{ij}$  = valor de la  $ij$ . ésima unidad experimental
- $M$  = Media general
- $T_i$  = Efecto de la  $i$ . ésimo tratamiento
- $B_j$  = Efecto de  $j$ -esimo bloque
- $ee$  =Error experimental

### 6.4 Plan experimental

En la presente evaluación se tuvieron tres tratamientos con cinco repeticiones, cada unidad experimental contó con 14 plantas y la dimensión fue de 2 metros de ancho y 3.5 metros de largo.

#### 6.4.1 Descripción de tratamientos

A continuación, se presenta la distribución de los tratamientos según sus características:

Tabla 6. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T-1	Cultivo de chile chocolate fertilizado con hidrosoluble Nutre más 20-20-20 + Em
T-2	Cultivo de chile chocolate fertilizado con hidrosoluble Aminoleaf 20-20-20 + Em
T-3	Cultivo de chile chocolate fertilizado con Granulado 20-20-20 (método tradicional)

*Nota:* las aplicaciones de productos se hicieron según cada tratamiento.

Tabla 7. Cantidad de fertilizante total aplicado según los tratamientos.

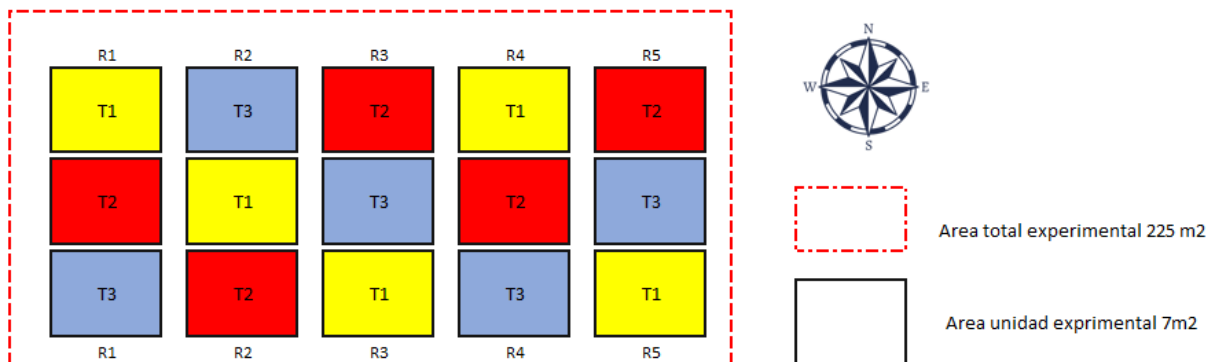
Tratamiento	Dosis Kg/Ha	Gramos por Unidad experimental (7m <sup>2</sup> )	Vía de aplicación
T1	789	552	Foliar
T2	794	556	Foliar
T3	794	556	Edáfica

*Nota:* la frecuencia de aplicaciones fue de 14 días, realizando un total de 8 aplicaciones durante el desarrollo del experimento. Las aplicaciones foliares se realizaron utilizando una bomba de mochila con 8 litros de agua por repetición.

Cada unidad experimental contó con 7 m<sup>2</sup> donde se establecieron 2 surcos a 0.80 m uno de otro, cada surco tuvo 7 plantas con un distanciamiento de 0.45 m entre sí, para hacer un total de 14 plantas por cada unidad experimental, en todos los tratamientos fue la misma población, la parcela experimental fue de 225 m<sup>2</sup> considerando las calles divisorias, la parcela experimental tuvo una población de 210 plantas de chile chocolate.

## 6.5. Croquis experimental

Figura 11. Croquis experimental.



*Nota:* la distribución de los tratamientos fue en bloques al azar.

## 6.6. Preparación del área de investigación

Se procedió a la preparación del área de investigación con el establecimiento de camellones para la siembra de pilones de chile chocolate.

Figura 12. Preparación del terreno para siembra del cultivo de chile chocolate.



*Nota:* los camellones fueron cubiertos de plástico tipo mulch para disminuir la erosión del suelo por la época lluviosa y debido a ello fue necesario instalar mangueras de riego por goteo para suministrar agua al cultivo en caso de presentarse canícula en el período de la investigación

## 6.7. Establecimiento del cultivo.

Se procedió a la siembra de pilones de chile chocolate en los camellones establecidos previamente, éstos fueron adquiridos en una empresa independiente

Figura 13. Pilones de chile chocolate para la realización de la investigación.



*Nota:* los pilones se consiguieron de la misma edad en días.

## 6.8. Manejo de la investigación

Se procedió a la aplicación de los productos según los tratamientos utilizando equipo manual tipo mochila.

Figura 14. Aplicación de fertilizantes según los tratamientos de la investigación.



*Nota:* las aplicaciones se realizaron en el horario matutino de 7:00 a 8:30 horas.

Figura 15. Presentación física de los fertilizantes utilizados en la investigación.



*Nota:* nutre más y aminoleaf son fertilizantes hidrosolubles mientras que 20 – 20 – 20 es fertilizante granular.

## 6.9. Muestreo del cultivo.

Se procedió a la medición de las variables cantidad y peso del fruto de la siguiente manera:

### 6.9.1. Determinación de la cantidad y longitud de frutos por planta.

Se procedió al conteo de frutos de chile chocolate por planta visualizando aquellos que tuviesen como mínimo 15 cm de largo y que tuviesen color verde brillante, el dato se anotó en un registro separándolo por cada tratamiento de la investigación

La longitud de frutos se determinó midiéndolos con una regla plástica de 30 cm de longitud, para ello aquellos que fueron contados previamente se cortaron anotando el resultado en un registro.

Figura 16. Muestreo de la cantidad y longitud de frutos por planta.



*Nota:* los muestreos se realizaron en el horario matutino de 7:00 a 10:00 horas.

## 6.10. Descripción de los productos a utilizar.

El fertilizante AMINOLEAF, es indicado para compensar, con tratamientos de rápido y apreciable efecto, las exigencias nutricionales de las plantas, para acelerar el crecimiento de los cultivos, para estimular un equilibrado desarrollo entre vegetación y producción, para asegurar el máximo rendimiento cualitativo y cuantitativo.

Figura 17. Presentación comercial de 1kg. Producto agroquímico Aminoleaf 20-20-20 + EM.



Nota: Adaptado de “Aminoleaf 600 1kg 20-20-20 milagro total” de ogrodcniczy año 2022, fuente: (<https://ogrodcniczy.com/nawozy-dolistne-krystaliczne-sypkie/aminoleaf-600-1kg-20-20-20-milagro-total-nawoz-npk-zrownowazony-jakosciowy-i-ilosciowy-plon>). licencia pública.

Nutre más es un fertilizante de alta solubilidad que ofrece una nutrición vegetal integral con una formulación equilibrada entre los 3 macronutrientes y elementos menores.

Figura 18. Presentación comercial del fertilizante Nutre Más.



Nota: Adaptado de “fertilizante hidrosoluble Nutre Mas 20-20-20” de Mitagro, año 2022, fuente: (<https://www.mitagro.com/NUTRE%20MAS%2020-20-20EM.htm>). Licencia pública.

## 6.11. Equipo y materiales.

- Fertilizantes
- Regulador de pH
- Bomba de pulverización manual
- Probeta
- Vernier
- Cinta métrica
- Báscula electrónica
- Potenciómetro de campo
- Plántulas de chile chocolate
- Pita
- Cinta de riego y accesorios
- Mulch de protección (nylon)
- Machete
- Azadón
- Pala

## 6.12. Análisis de varianza.

Se realizó análisis de varianza a las variables de la investigación, considerando que el ANOVA se basa en la descomposición de la variación total de los datos con respecto a la media global (STC), que debajo del supuesto de  $H_0$  es cierta es una estimación obtenida a partir de toda la información muestral, en dos partes:

- Variación de las muestras= SCD, intra-grupos, cuantifica la dispersión de los valores de cada muestra con respecto a sus correspondientes medias.
- Variación entre muestras = SCE o Inter grupos, cuantifica la dispersión de las medias de las muestras con respecto a la media global.

Tabla 8. Cuadro explicativo, fórmulas utilizadas para ejecutar el análisis de varianza.

Análisis de varianza				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fórmula calculada
Tratamiento	t-1	$SCT = \sum t_j = T^2/r - C$	$CMT = SCT/t - 1$	$CMT/CM E$
Bloques	r-1	$SCB = \sum r_j = 1B^2i/t - C$	$CMB = SCB/r - 1$	$CMB/CM E$
Error experimental	(t-1)(r-1)	$SCE = SC_{total} - SCB - SCT$	$CME = SCE/(8r - 1(t-1))$	
Total	(tr-1)	$SC_{total} = \sum y^2 - C$		

*Nota:* la fórmula calculada es la que se utiliza para determinar la existencia de diferencia significativa entre las variables de estudio.

### 6.13. Variables de respuesta.

Las variables de respuesta de la investigación fueron:

- Cantidad/ha: por cada tratamiento se realizó un conteo individual de frutos por planta del primer corte para determinar el tratamiento con mayor cantidad de chiles por ha.
- Kg/ha: a cada tratamiento se le pesó la producción completa del primer corte para determinar el tratamiento con mayor rendimiento kg/ha.
- Q/m<sup>2</sup> utilidad: por cada tratamiento se realizó un análisis económico para determinar la utilidad generada en cada uno de los mencionados.

Se realizó un análisis estadístico tipo varianza ANOVA utilizando el *software* InfoStat para analizar los datos que se recolecten durante el ciclo de la investigación, InfoStat es un *software* para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows, este *software* cubre las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos

avanzados de modelación estadística y análisis multivariado.

## 6.14. Cálculo del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra de la población de plantas de la investigación se consideró lo siguiente:

- Tamaño de la población: La cantidad total de personas en el grupo que deseas estudiar.
- Margen de error: Un porcentaje que te dice en qué medida puedes esperar que los resultados de tu encuesta reflejen la opinión de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca estarás de tener la respuesta correcta con un determinado nivel de confianza.
- Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu población seleccione una respuesta dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95 % significa que puedes tener una seguridad del 95 % de que los resultados oscilarán entre los números  $x$  e  $y$ . (Survey Monkey, 2021)

Fórmula para calcular el tamaño de una muestra

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

(Survey Monkey, 2021)

Donde:

$N$  = tamaño de la población

$e$  = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

$z$  = puntuación  $z$

La puntuación  $z$  es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada

se aleja de la media

Por lo tanto, el tamaño de la muestra de la investigación fue el siguiente:

N= 210 plantas

Nivel de confianza= 90%

Margen de error= 10%

Tamaño de la muestra total= 60 plantas

Tamaño de la muestra por tratamiento=20 plantas

Tamaño de la muestra por repetición=  $3.4 = 4$  plantas/repetición

## 6.15. Medición de las variables

### 6.15.1. Determinación de la cantidad de frutos / planta

Para determinar la cantidad de frutos por planta se realizó una recolección meticulosa evitando alterar sus parámetros sensoriales, separando los frutos por repetición y por tratamiento, el conteo se realizará al momento del corte y los datos se registraron en una tabla de control (tabla en anexos).

### 6.15.2. Determinación del peso de frutos/planta

Para determinar el peso de los frutos por planta, se pesan los frutos según el número de muestras totales por cada planta según tratamiento y repetición, utilizando una balanza digital o análoga, los datos recolectados fueron registrados en una tabla de control donde se realizó la sumatoria de estos para determinar los pesos totales de frutos del primer corte por repetición y tratamiento (tabla en anexos).

### 6.15.3. Determinación del aspecto económico

Para analizar el aspecto económico se tomaron los datos totales obtenidos de

cantidad de frutos por planta y peso de fruto por planta los primeros 7 cortes, luego se analizaron los mercados presentes locales y supermercados para determinar el precio actual del fruto del cultivo, los mercados fueron analizados utilizando el portal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (MAGA, 2022)

Se realizó también, un análisis beneficio costo para determinar las ganancias por hectárea del proyecto.

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

### 7.1. Análisis del rendimiento en cantidad y longitud de frutos por planta

El rendimiento de chile chocolate por planta según cantidad y longitud por tratamiento fue el siguiente:

Tabla 9. Cantidad y peso del fruto de chile chocolate de cada tratamiento por número de corte.

Tratamiento	Cantidad de fruto por número de corte							Peso promedio de fruto por número de corte							Peso general de fruto por número de corte						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Nutre más	4	0	0	2	7	0	0	2.8	0	0	2	2.6	0	0	11	0	0	3	7.9	0	0
Aminoleaf	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	3	3.2	0	0	0	0	0	3	19	0	0
20-20-20	5	4	1	3	49	103	196	16	12	5	6	15	13	17	19	22	5	18	152	271	671

*Nota:* la cantidad de frutos está estimada con 14 plantas/ tratamiento.

Las condiciones climáticas de los meses de julio a noviembre del año 2022 afectaron de forma directa el rendimiento de la producción, el aumento de las lluvias provocó encharcamiento y aumento en la reproducción y aparición de hongos fitopatógenos.

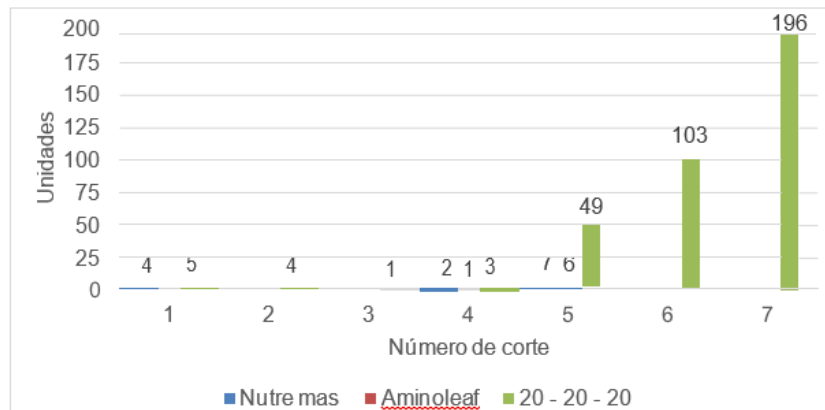
Los daños fueron los siguientes, según tratamiento:

El tratamiento 1 y 2, fueron los más afectados ya que el área que los contenía presentaba baja pendiente, por lo tanto, hubo mayor encharcamiento y esto generó un aumento en la proliferación de hongos fitopatógenos, problema que siempre estuvo presente durante el desarrollo de la investigación y que atacó de forma directa sobre el desarrollo de las plantas, como resultado se obtuvo bajo rendimiento en la producción de fruto en ambos tratamientos.

El tratamiento 3 presentó bajo rendimiento debido a la misma problemática de las lluvias y el desarrollo de hongos, sin embargo sus resultados en cuanto a producción y desarrollo de fruto fueron mejores que los tratamientos 1 y 2. El área del tratamiento 3 presentaba mayor pendiente por lo que el encharcamiento fue mínimo y este pudo ser drenado con los métodos de control aplicados, no obstante el estar cerca de los

tratamientos contaminados con hongos influyó en el desarrollo de sus plantas por lo que estas no presentaron buenos rendimientos.

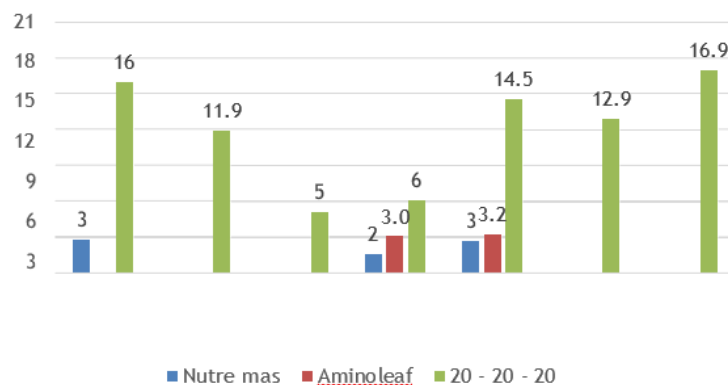
Figura 19. Cantidad de frutos totales por número de corte de cada tratamiento de la investigación.



Nota: la cantidad de frutos está estimada con 20 plantas/ tratamiento.

Desde el primer corte, el tratamiento 3 de fertilizante granular 20 – 20 – 20 ha sido el que ha presentado la mayor cantidad de frutos comparados con los otros dos de fertilizantes hidrosolubles, asimismo, se distingue el aumento en unidades a medida que pasan los cortes de cosecha, en general, para el último se tiene en el caso de más alto en rendimiento 12.9 gramos de peso/fruto.

Figura 20. Peso promedio por fruto por número de corte de cada tratamiento de la investigación.



Nota: el peso promedio de frutos está estimado con la cosecha de 20 plantas/ tratamiento.

El tratamiento 3 ha sido el que mayor peso promedio por frutos ha obtenido desde el primer corte comparado con los hidrosolubles ya que inició con 16 gramos promedio y al corte 7 fue de 16.9 gramos promedio/fruto, asimismo, en todos los cortes se obtuvieron frutos

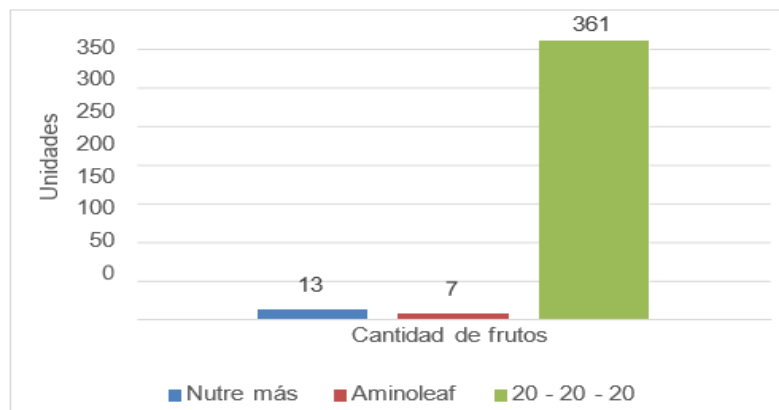
Tabla 10. Cantidad y peso del fruto de chile chocolate de cada tratamiento.

Tratamiento	Cantidad de frutos en 7m <sup>2</sup>	Cantidad de frutos por Hectárea	Peso (gr) promedio por fruto	kg/Ha
Nutre mas	13	18571	1.69	2.41
Aminoleaf	7	10000	3.14	4.48
20 - 20 - 20	361	515714	3.21	4.58

*Nota:* rendimiento en cantidad y peso promedio en los siete cortes a cosecha de cada tratamiento.

En general, el tratamiento 3 fue el que tuvo la mayor cantidad de frutos con 361 unidades, peso promedio/ fruto de 3.21 gramos comparado con los otros tratamientos.

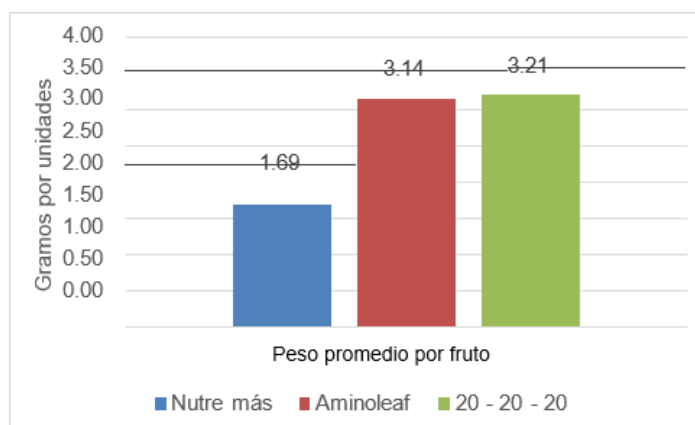
Figura 21. Cantidad de frutos producidos por planta.



*Nota:* cantidad de frutos acumulados producidos en los siete cortes a cosecha de cada tratamiento.

A siete cortes de cosecha, el tratamiento 3 fue el que mayor cantidad obtuvo con 361 frutos en total a diferencia del tratamiento 1 de nutre más con 13 unidades y el 2 de Aminoleaf con 7 unidades.

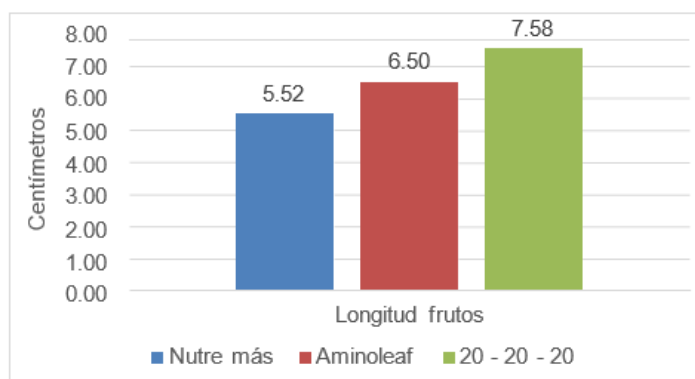
Figura 22. Peso promedio por fruto de cada tratamiento.



*Nota:* peso promedio por fruto calculado por los siete cortes a cosecha de cada tratamiento.

El tratamiento 3 del fertilizante granular 20 – 20 – 20 fue el que mayor peso promedio/ fruto obtuvo en general considerando los siete cortes de fruto efectuados a las plantas con 3.21 gramos, seguido por el tratamiento 2 de aminoleaf con 3.14 gramos y el tratamiento 1 nutre más con 1.69 gramos.

Figura 23. Longitud promedio por fruto de cada tratamiento.



*Nota:* promedio de longitud de fruto producido en los primeros siete cortes a cosecha de cada tratamiento.

El tratamiento 3 de 20 – 20 – 20 fue el que obtuvo los frutos más largos con 7.58 centímetros de longitud promedio/ unidad, seguido del tratamiento 2 de aminoleaf con 6.50 cm/fruto y el tratamiento 1 nutre más con 5.52 cm/ fruto.

## 7.2. Análisis estadístico.

A continuación, se presenta el análisis de varianza realizado a los tratamientos de la investigación:

Tabla 11. Análisis de varianza de la cantidad de fruto por Ha.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cantidad de frutos por Hec...	3	1.00	sd	0.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	167657091428.67	2	83828545714.33	sd	sd
Tratamiento	167657091428.67	2	83828545714.33	sd	sd
Error	0.00	0	0.00		
Total	167657091428.67	2			

**Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=4.43392**  
 Error: 79.8560 gl: 102  
 Tratamiento Medias n

	E.E.		
Aminoleaf	0.20	35	
	1.51	A	
Nutremas	0.37	35	1.51 A
20-20-20	10.31	35	1.51 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10)

Se determinó que para el caso de cantidad de fruto ha sido el tratamiento 3 del fertilizante granular 20 - 20 -20 el que presenta diferencia estadística significativa comparados con los otros 2, que estadísticamente son igual.

Tabla 12. Análisis de varianza del peso promedio (kg/Ha).

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
kg/Ha	3	1.00	sd	0.00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor Modelo	112.05	2	56.02	33.95	
<0.0001 Tratamiento	112.05	2	56.02	33.95	
<0.0001					
Error	168.30	102	1.65		
Total	280.34	104			

**Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=0.63734**  
 Error: 1.6500 gl: 102  
 Tratamiento Medias n

	E.E.		
Aminoleaf	0.18	35	
	0.22	A	
Nutremas	0.19	35	0.22 A
20-20-20	2.38	35	0.22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10)

Para el caso de peso promedio por fruto ha sido el tratamiento 3 de fertilizante granular 20 – 20 – 20 el que ha presentado diferencia estadística significativa, mientras que estadísticamente el 1 de aminoleaf y 2 de nutre más son iguales.

Tabla 13. Análisis de varianza de la cantidad de fruto por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
Aj	CV		
<u>Cantidad fruto</u>	105	0.22	
	0.21	246.27	

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2347.20	2	1173.60	14.70	<0.0001
Tratamiento	2347.20	2	1173.60	14.70	<0.0001
Error	8145.31	102	79.86		
Total	10492.51	104			

**Test: Tukey Alfa=0.10 DMS=4.43392**  
 Error: 79.8560 gl: 102

Tratamiento	Medias	n
	E.E.	
<u>Aminoleaf</u>	0.20	35
	1.51	A
<u>Nutremas</u>	0.37	35
	1.51	A
20-20-20	10.31	35
	1.51	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.10)*

Con respecto a la cantidad de frutos en total por los siete cortes efectuados a los tratamientos, es el tratamiento 3 de fertilizante granular 20 – 20 – 20 el que ha presentado diferencia significativa estadística comparado con los otros 2 tratamientos.

### 7.3. Análisis económico

A continuación, se presenta el análisis económico de los tratamientos de la investigación

Costos en 7m <sup>2</sup>			
Descripción	Tratamiento 1:	Tratamiento 2:	Tratamiento 3:
Fertilizantes	Q166.00	Q236.00	Q56.00
Total, costos	Q166.00	Q236.00	Q56.00
Ingresos obtenidos			
Libras producidas en el ensayo	0.05	0.05	2.55
Total, de Beneficios Q por tratamiento la libra tiene un costo de Q13.50	0.68	0.68	34.43
Descripción	Tratamiento 1:	Tratamiento 2:	Tratamiento 3:
Relación beneficio costo / tratamiento	Q0.004	Q0.003	Q0.6
Decisión	Inviabile	Inviabile	Inviabile
Costos por Hectárea			
Descripción	Tratamiento 1:	Tratamiento 2:	Tratamiento 3:
Insumos	Q47,428.57	Q67,428.57	Q16,000.00
Total, costos	Q47,428.57	Q67,428.57	Q16,000.00
Ingresos obtenidos			
Libras producidas en el ensayo por Ha	142.9	142.9	728.6
Total, de Beneficios Q por tratamiento la libra tiene un costo de Q13.50	1,928.6	1,928.6	9,835.7
Descripción	Tratamiento 1:	Tratamiento 2:	Tratamiento 3:
Relación beneficio costo / tratamiento	Q0.04	Q0.03	Q0.6
Decisión	Inviabile	Inviabile	Inviabile

El análisis de beneficio costo se realizó considerando los costos variables, siendo estos únicamente los costos por aplicación de fertilizante.

Se determinó mediante análisis económico que ninguno de los tres tratamientos evaluados es rentable, ya que las ganancias obtenidas por la venta de la producción son inferiores a la cantidad de capital aportado para la ejecución del proyecto.

## 8. CONCLUSIONES

Se evaluaron dos tipos de fertilizantes cristalinos de alta solubilidad siendo uno de nombre comercial Nutre más y otro Aminoleaf además del fertilizante granular 20 -20 – 20 en el rendimiento de plantas de chile chocolate considerando la cantidad de frutos producidos / planta, peso y longitud promedio, de lo cual se acepta la hipótesis nula pues ha sido el tratamiento 3 de fertilizante 20- 20- 20 el que ha presentado diferencia estadística significativa según el análisis de varianza efectuado a los tratamientos de la investigación.

El tratamiento 3 de fertilizante granular 20 – 20 – 20 ha sido el que mayor cantidad de frutos, peso y longitud promedio obtuvo con valores para cada variable de: 19 frutos/planta, 3.21 gramos promedio de peso de fruto y 7.58 cm de longitud, seguido por el tratamiento 1, con valores de: 0.65 frutos/planta, 3.14 gramos promedio de peso de fruto y 6.50 cm de longitud promedio, seguido por el tratamiento 3 con valores de: 0.35 frutos/planta, 5.52 gramos promedio de peso de fruto y 5.52 cm de longitud promedio, se determinó que aunque los fertilizantes hidrosolubles son de alta solubilidad y fáciles de aplicar al cultivo por ser aplicados vía edáfica o foliar permitiendo cubrir más área por unidad de tiempo ante la aplicación del granular que requiere la abertura de agujeros para depositar el producto por cada planta, ha sido mejor el desarrollo del cultivo con este último ya que los granos de producto reaccionan de forma lenta permitiendo una liberación gradual de sus componentes mientras que los primeros requieren que la planta los asimile en cortos períodos de tiempo y al aplicarse a través del agua una parte puede perderse por lixiviación e infiltración en el suelo.

Ninguno de los tres tratamientos de la investigación resultó ser viable según en análisis beneficio costo debido a que los costos de inversión iniciales para su establecimiento fueron los que causaron la elevación de la inversión, sin embargo, considerando el rendimiento de cada uno en cantidad, peso y longitud de frutos ha sido el de fertilizante granular 20 – 20 – 20 el que ha producido la mayor cantidad para cada variable.

Se requirió analizar el comportamiento del clima del sitio de investigación para así determinar el plan de conservación de suelo a efectuar para el establecimiento de las plantas de chile chocolate debido a que en el período de su realización se presentaron lluvias al ser en los meses de junio a noviembre 2022, siendo importante analizar los factores abióticos de la zona.

Fue necesario realizar el monitoreo de las plantas de chile chocolate durante toda la fase de investigación para detectar la presencia de artrópodos plaga o enfermedades provocando la necesidad de aplicación de productos con el fin de minimizar el daño que pudieran ocasionar al cultivo.

## 9. RECOMENDACIONES

Considerar el uso de estructuras de protección para cultivos acordes a la altura máximadel cultivo durante los primeros 50 días de desarrollo.

Establecer un sistema de drenaje para el agua procedente de lluvia en el área del cultivoconsiderando la pendiente del lugar, la textura, la existencia de barreras vivas o muertasy el diseño de siembra.

Utilizar fertilizantes hidrosolubles como complemento en los planes de nutrición vegetal además de fertilizantes granulares para suplir las necesidades de nutrientes en el cultivo.

Analizar la susceptibilidad que este cultivo tiene a hongos fitopatógenos y artrópodos plaga con el fin de desarrollar un plan preventivo para la disminución de pérdidas.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroactivo (s.f.). Nutrición vegetal, un acercamiento. Artículo de nutrición vegetal.  
<https://agroactivocol.com/nutricion-vegetal/nutricion-vegetal-2/>

Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío. Celaya, México. 86 p.

Azurdia, C. (2014). Cultivos Nativos de Guatemala y Bioseguridad del Uso de Organismos Vivos Modificados, Chile (*Capsicum spp.*). Gobierno de Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. <https://goo.gl/9qvmhy>

Centro Universitario de Suroccidente de Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNSUROC (2003). Búsqueda, colecta, Manejo agronómico, caracterización y obtención de cultivares y materiales promisorios de chile tradicional (*Capsicum annum*), en la zona suroccidental de Guatemala. Informe final. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunian/INF-2003-008.pdf>

CIGNA (2022). Capsaicina. ¿Qué es la capsaicina?. Artículo, 3 de enero, 2022.  
<https://www.cigna.com/es-us/knowledge-center/hw/temas-de-salud/capsaicina-ut1025spec>

Consejo Nacional de áreas protegidas, CONAP ( 2013). Cultivos Nativos de Guatemala y Bioseguridad del uso de organismos vivos modificados, Chile (*Capsicum sp.*). Documento elaborado por CONAP. <https://xdoc.mx/preview/chile-capsicum-spp-cultivos-nativos-de-guatemala-y-5dc8702b4db2b>

Contacto magazine (s.f.). Breve historia del chile.  
<https://www.contactomagazine.com/chile.htm#.YwleVXZBzIU>

DISAGRO (2022). Confianza que da los mejores frutos. Nutrición de cultivos. Artículo.  
<https://www.disagro.com/categoria/nutricion-de-cultivos>

El cultivo del chile picante (s.f.) El cultivo del chile picante. Pdf. 61 p.  
[https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/El\\_Cultivo\\_del\\_Chile\\_Picante.pdf](https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/El_Cultivo_del_Chile_Picante.pdf)

Flordeplanta (s.f.) . Qué es y cómo se aplica el abono foliar en las plantas. Artículo sobre Plantas, Flores, Arboles, Paisajismo y Decoración de Jardines.  
<https://www.flordeplanta.com.ar/jardin/que-es-y-como-se-aplica-el-abono-foliar-en-las-plantas/>

Him, P. V., De Gutiérrez, G. T., García, N., & Castillo, A. (2002). CARACTERIZACIÓN DE 110 ACCESIONES (RECURSOS GENÉTICOS) DE AJÍES, CHILES Y PIMIENTOS (*Capsicum sp.*) EN DIVISA Y AZUERO, PANAMÁ. 1999-2000. Ciencia Agropecuaria, (12), 1-15.  
<http://revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/334>  
<https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunian/INF-2003-008.pdf>

Industria Colombia de Sales, INCOSAL ( 2022). Qué necesidades nutritivas tienen las plantas. Ficha técnica MACONDO.  
[http://incosal.co/index.cfm?doc=submodulo\\_detalle&id\\_submodulo=116&key\\_submodulo=4F7C1AC9-9284-49FC-9061-7FE4C8431476](http://incosal.co/index.cfm?doc=submodulo_detalle&id_submodulo=116&key_submodulo=4F7C1AC9-9284-49FC-9061-7FE4C8431476)

INTAGRI (2022). Artículos de agricultura protegida.  
<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/sistemas-de-tutorado-en-pimiento-bajo-cubierta>

Medina, N.; Borges G. y Soria, F. (2010). Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) Tropical and Subtropical Agroecosystems. 219-228.

Mengel, K. & Kirkby, E.A (2000). Principios de nutrición vegetal. Instituto internacional de la Potasa, Basilea, Suiza. 4ta edición, 1ª. En español.  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod\\_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf)

- Meza (2015). Evaluación de densidades de siembra y programas de fertilización en chile chocolate (*Capsicum annuum* Var. *Acuminatum Fingerth*), Taxisco, Santa Rosa. Tesis de grado previo a conferir el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Rafael Landívar. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Meza-Erick.pdf>
- Montes, S. (2010). Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género capsicum, en el Petén, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Tesis de grado, previo a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo. 54 p.
- Morán Bañuelos, S. H. (2008). Caracterización biológica de chiles criollos (*Capsicum annuum* L.) del sur del estado de Puebla. Tesis (Doctorado en Ciencias, especialista en Genética).- Colegio de Postgraduados, 2008. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/1411>
- OkiDiario (2021). Origen de la escala Scoville. Artículo 09/07/2021. <https://okdiario.com/curiosidades/escala-scoville-picante-1992359>
- Ortiz, R. (2008). Evaluación de cuatro distanciamientos de siembra y cuatro
- Otzoy, M., Chan, M. & Esteban, C. (2003). Búsqueda, colecta, Manejo agronómico, caracterización y obtención de cultivares y materiales promisorios de chile tradicional (*Capsicum annuum*), en la zona suroccidental de Guatemala. Informe final. CUNSUROC.
- Pérez, D. (2014). Efecto de 4 densidades de siembra y tres programas de fertilización en chile cobanero (*Capsicum annuum*), San Luis Petén. Tesis de grado previo a conferirle el título de Ingeniero Agrónomo. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/09/Perez-Dimas.pdf>

Ramírez, F. (2000). Manejo nutricional y fertilización balanceada en el cultivo de pprika. Manejo del cultivo de pprika. Arequipa. 86 p.

Red agrícola (2020). Los Fertilizantes foliares siguen ganando la confianza de la industria agrícola. <https://www.redagricola.com/pe/los-fertilizantes-foliares-siguen-ganando-la-confianza-de-la-industria-agricola/>

Vázquez-Flota, F., de Lourdes Miranda-Ham, M., Monforte-González, M., Gutiérrez-Carbajal, G., Velázquez-García, C., & Nieto-Pelayo, Y. (2007). La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(4), 353-360. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61030402.pdf>

YARA (2018). cual es la importancia de aplicar una nutrición balanceada a tus cultivos?. Noticias y eventos. <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/la-importancia-de-aplicar-una-nutricion-balaceada-a-tus-cultivos/>

## 11. ANEXOS

Figura 24. Descripción técnica de fertilizante hidrosoluble nutre más.

**MITAGRO**

"COSECHAS MÁS ABUNDANTES"

**FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES**

**FERTILIZANTE HIDROSOLUBLE IDEAL PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS CULTIVOS**

**NUTRE MAS 20-20-20+EM**

- Puede ser aplicado en todo tipo de cultivos (Hortalizas, Frutales, Perennes y Ornamentales).
- Por su formula especial (NPK+EM) tiene un efecto inmediato despues de su aplicación.
- Estimula un crecimiento y desarrollo vigoroso de las plantas.
- Contiene NPK+EM+Compuestos Humicos.

CULTIVO	DOSIFICACIÓN	
	DOSIS	FRECUENCIA
Hortalizas de aprovechamiento del folioje y aprovechamiento del fruto	1 Kg / 200 L de Agua	Aplicar por lo menos 3 veces con intervalos de 15 días, iniciar 30 días después de la siembra y germinación. Aplicar por lo menos 2 veces antes de la floración los primeros 15 días realizar otras 2 a 3 aplicaciones con intervalos de 15 días para formación y cuajado del fruto.
Ornamentales y Perennes	920 g / 200 L de Agua	Realizar 3 a 4 aplicaciones, la primera debe realizarse antes de la floración, las otras 2-3 deben aplicarse durante el periodo de formación y llenado del fruto.
Frutales	1 Kg / 200 L de Agua	Realizar 3 o 4 aplicaciones, la primera en etapa de floración y el resto en etapas de cuajado de fruto. Realizar 4 aplicaciones durante el ciclo del cultivo con intervalos de 15 o 20 días.
Granos Básicos	920 g / 200 L de Agua	

**COMPOSICIÓN QUÍMICA P/P**

Nitrógeno (N).....	20.00%	Hierro (Fe).....	0.018%
Fósforo (P2O5).....	20.00%	Manganeso (Mn).....	0.032%
Potasio (K2O).....	20.00%	Azufre (S).....	0.0120%
Magnesio (Mg).....	0.032%	Zinc (Zn).....	0.050%
Boro (B).....	0.035%	Ingredientes Inertes.....	39.688%
Cobre (Cu).....	0.025%	TOTAL.....	100.00%

**Presentaciones disponibles**

1 Lb   1 Kg   5 Lb  
25 Kg

Nota: Fertilizante de composición química hidrosoluble (Mitagro.com, 2022).

Figura 25. Descripción técnica fertilizante hidrosoluble Aminoleaf.

COMPOSICION	% P/V
Nitrógeno (N) Total	20.0
Del cual: Nitrógeno (N) Nítrico	6.2
Nitrógeno (N) Amoniacoal	6.2
Nitrógeno (N) Ureico	7.6
Anhidrido Fosfórico (P2O5) Soluble en agua	20.0
Oxido de Potasio (K2O) Soluble en agua	20.0
Hierro (Fe) quelatado por EDTA Soluble en agua	0.30
Magnesio (MgO) quelatado por EDTA Soluble en agua	0.05
Boro (B) soluble en agua	0.02
Cobre (Cu) quelatado por EDTA soluble en agua	0.02
Manganeso (Mn) quelatado por EDTA soluble en agua	0.05
Molibdeno (Mo) soluble en agua	
Zinc (Zn) quelatado por EDTA soluble en agua	0.005
Acido Humico	0.30
Vitamina B1	0.5
	0.01

Nota: Elementos que forman parte de la composición química de fertilizante Aminoleaf 20-20-20 + EM (Agrobal.wixsite.com, 2022)

Tabla 14. Formato de registro para la cantidad de frutos por planta.

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE FRUTOS POR PLANTA						
Cultivo:	Chile chocolate ( <i>Capsicum annuum</i> var. <i>Acuminatum</i> Fingerth)				TOTAL MUESTRA: 60 PLANTAS	
Registro: 1	Nombre colector	Fecha:				
Descripción	Cantidad total de frutos por planta			Totales		
Tratamiento	Repetición	Planta 1	Planta 2	Planta 3	frutos/repetición	sumatoria frutos/tratamiento
1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
3	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
4	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					

Tabla 15. Formato de registro del peso por fruto por planta.

DETERMINACION DEL PESO DE FRUTOS POR PLANTA						
Cultivo:	Chile chocolate ( <i>Capsicum annuum</i> var. <i>Acuminatum Fingerth</i> )				TOTAL MUESTRA: 60 PLANTAS	
Registro: 1	Nombre colector:			Fecha:		
Descripción		Peso de frutos por planta			Totales	
Tratamiento	Repetición	Planta 1 (kg)	Planta 2 (kg)	Planta 3 (kg)	Peso/repetición (kg)	Sumatoria peso/tratamiento (kg)
1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
3	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					
4	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	<b>Totales</b>					

Tabla 16. Costos totales del experimento.

<b>Costo de producción en 225 m2: Chile chocolate</b>				
Cultivo	Chile	Fertilización	Nutre mas	
variedad	Chocolate		Aminoleaf	
superficie	225 m2		20-20-20 granular	
Región, lugar	Sur, Sta. Lucia Cotz	No. surcos	15	
Época de siembra	Junio-octubre	Distanciamiento	0.45 m entre planta	
Época de cosecha	octubre-noviembre		1 m entre surco	
Actividad	Unidad de medida	Cantidad utilizada	costo unitario (Q)	Costos totales (Q)
Costos directos				Q3,565.80
Mano de obra				Q1,575.00
<b>Preparación de terreno</b>				
A. renta de tierra	Tarea	225 mt2	Q175.00	Q63.00
B. limpieza de terreno	Jornal	2	Q100.00	Q200.00
C. Arado en seco	hora/maquina	1	Q100.00	Q100.00
<b>Siembra</b>				
A. Desinfección y siembre	Jornal	2	Q75.00	Q150.00
B. resiembra	jornal	2	Q75.00	Q150.00
<b>Labores culturales</b>				
A. Aplicación de fertilizante	jornal	8	Q25.00	Q200.00
B. Aplicación insecticida	jornal	4	Q25.00	Q100.00
C. Aplicación fungicida	jornal	8	Q25.00	Q200.00
D. Colocación de trampas con cebo	jornal	1	Q75.00	Q75.00
E. Limpieza del área	jornal	4	Q100.00	Q400.00
<b>Insumos</b>				
A. Pilonos de chile	Unidad	328	Q1.60	Q524.80
B. Fertilizante nutre mas	kg	2.76	Q60.00	Q166.00
B. Fertilizante aminoleaf	kg	2.78	Q42.50	Q236.00
C. Fertilizante 20-20-20	kg	2.78	Q6.00	Q56.00
D. Mulch	mt	160	Q1.00	Q160.00
E. Cinta de riego	mt	120	Q3.00	Q360.00
<b>Insecticida y fungicida</b>				
A. Monarca	gr	80	Q1.00	Q80.00
B. Ridomil gold sc	gr	320	Q1.00	Q320.00
C. wetagro	lt	0.5	Q1.00	Q25.00
Total, costos				Q3,565.80

Tabla 17. Datos de precipitación mensual sobre el área de desarrollo del proyecto.

Estación	Mes	fecha	precipitación (ml)
CENGICAÑA	Junio	del 1/06 al 30/06	545.6
CENGICAÑA	Julio	del 01/07 al 31/07	532.8
CENGICAÑA	agosto	del 01/08 al 31/08	683.2
CENGICAÑA	septiembre	del 01/09 al 30/09	849
CENGICAÑA	octubre	del 01/10 al 24/10	565.4
Total, de precipitación periodo 01 junio al 24 octubre año 2022			3176

Tabla 18. Demanda nutricional del cultivo de chile chocolate según etapa fenológica.

FASE	DIAS	N (gr/m <sup>2</sup> )	P (gr/m <sup>2</sup> )	K (gr/m <sup>2</sup> )	CaO (gr/m <sup>2</sup> )	MgO (gr/m <sup>2</sup> )
Trasplante	35-55	3	1	6	3	1
Establecimiento	55-70	7	1	14	6	3
Desarrollo vegetativo	70-85	8	1	16	6	2
Floración	85-100	16	5	29	17	8
Crecimiento fruto	100-120	22	5	44	9	9
Producción	120-140	30	9	39	11	8
	140-165	31	8	48	17	12
Requerimiento real		146	97	230	114	73
Eficiencia fertilizante		80%	30%	85%	60%	60%
Requerimiento proporcional		117	29	195	68	44