

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CARACTERÍSTICAS
AGROMORFOLÓGICAS DEL CHILE SIETE CALDOS (*Capsicum pubescens*); SANTA CLARA LA
LAGUNA, SOLOLÁ.
TESIS DE GRADO**

DIMAS FRANCISCO TUJ TZAJ
CARNET 16799-13

QUETZALTENANGO, AGOSTO DE 2020
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**ESTUDIO COMPARATIVO DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CARACTERÍSTICAS
AGROMORFOLÓGICAS DEL CHILE SIETE CALDOS (*Capsicum pubescens*); SANTA CLARA LA
LAGUNA, SOLOLÁ.**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
DIMAS FRANCISCO TUJ TZAJ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, AGOSTO DE 2020
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTÍNEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: MGTR. LESBIA CAROLINA ROCA RUANO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. LUIS CARLOS TORO HILTON, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN

AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

DIRECTOR DE CAMPUS:	P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
SUBDIRECTORA ACADÉMICA:	MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO:	MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL:	MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Quetzaltenango, 11 octubre de 2019

Honorable Consejo de
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final del Trabajo de Tesis del estudiante Dimas Francisco Tuj Tzaj 1679913, titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS DEL CHILE SIETE CÁLDOS (*Capsicum pubescens*) SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ.** El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito a la Comisión su aprobación.

Atentamente,



Ing. Otoniel García Cifuentes
Colegiado No. 1,618



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante DIMAS FRANCISCO TUJ TZAJ, Carnet 16799-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06140-2020 de fecha 31 de julio de 2020, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

ESTUDIO COMPARATIVO DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS DEL CHILE SIETE CALDOS (*Capsicum pubescens*); SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 11 días del mes de agosto del año 2020.



**MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

Índice

Resumen.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón (<i>Capsicum pubescens</i>)	2
2.1.1. Origen.....	3
2.1.2. Clasificación Taxonomía.....	3
2.1.3. Descripción botánica.	4
2.1.4. Requerimientos climáticos.....	4
2.1.5. Requerimientos edáficos.	5
2.1.6. Plagas y enfermedades.	5
2.1.7. Diferentes usos.	6
2.1.8. Importancia económica.	7
2.2 Nutrición vegetal.....	8
2.2.1 Tipos de fertilizante.....	9
2.2.2 Funciones de los macronutrientes en las plantas.....	11
2.2.3 Requerimientos nutricionales del chile.	14
2.3 Importancia de la caracterización.....	14
2.4 Investigaciones relacionadas al tema de estudio.....	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1 General	23
4.2 Específicos	23
5. HIPÓTESIS.....	24
6. METODOLOGÍA	25

6.1 Localización del trabajo	25
6.2 Material experimental	25
6.2.1. Chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón (<i>Capsicum pubescens</i>).	25
6.2.2. Fertilizantes químicos.	25
6.3 Factores estudiados	26
6.4 Descripción de los tratamientos	26
6.5 Diseño experimental.....	27
6.6 Modelo estadístico.....	27
6.7 Unidad experimental	27
6.7.1. Área del experimento.	27
6.7.2. Sub parcela bruta.	27
6.8 Croquis de campo.....	28
6.9 Manejo del experimento.....	29
6.9.1. Selección de la semilla.	29
6.9.2. Semillero.	29
6.9.3. Preparación del terreno.....	29
6.9.4. Trasplante.	29
6.9.5. Aporque.....	29
6.9.6. Control de malezas.	30
6.9.7. Fertilización.....	30
6.10 Variables respuesta.....	30
6.10.1 Caracterización agromorfológica del chile siete caldos (<i>Capsicum pubescens</i>).....	30
6.10.5 Rendimiento del fruto (g/planta).	31
6.10.6 Bromatología del fruto.	31

6.11 Análisis de la información.....	31
6.11.1 Análisis estadístico.....	31
6.11.2 Análisis económico.....	31
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
7.1 Características agromorfológicas	32
7.1.1 Descriptores para plántula.....	32
7.1.2 Descriptores para planta adulta.....	33
7.1.3 Descriptores para inflorescencia.....	38
7.1.4 Descriptores para fruto.....	39
7.1.5 Descriptores para semilla.....	45
7.2 Rendimiento (g/planta).....	46
7.3 Análisis bromatológico	48
7.4 Analisis económico	51
8. CONCLUSIONES	52
9. RECOMENDACIONES	53
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
11. ANEXOS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de tratamientos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	26
Tabla 2. Características observadas en plántula, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	32
Tabla 3. Características cualitativas observadas en planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	33
Tabla 4. Altura y ancho de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	34
Tabla 5. Longitud y diámetro de tallo de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	36
Tabla 6. Longitud y ancho de hoja de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	37
Tabla 7. Características observadas en inflorescencia, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	38
Tabla 8. Características cualitativas observadas en frutos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	40
Tabla 9. Longitud, ancho y peso de frutos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	42

Tabla 10. Longitud del pedicelo, espesor de la pared del fruto y longitud de la placenta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	44
Tabla 11. Características cualitativas observadas en semillas, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	45
Tabla 12. Características cuantitativas observadas en semillas, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	46
Tabla 13. Rendimiento (frutos/planta y g/planta) por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	47
Tabla 14. Resultado del análisis bromatológico en frutos maduros, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	49
Tabla 15. Bromatología de chiles comerciales en Guatemala, INCAP, 2012.....	50
Tabla 16. Ingresos, egresos, utilidad y rentabilidad por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	51
Tabla 17. Guía descriptores para plántula, IPGRI, 1995.....	60
Tabla 18. Guía descriptores para planta adulta, IPGRI, 1995.....	61
Tabla 19. Guía descriptores para inflorescencia, IPGRI, 1995.....	62
Tabla 20. Guía descriptores para fruto, IPGRI, 1995.....	63
Tabla 21. Guía descriptores para semilla, IPGRI, 1995.....	64
Tabla 22. Costos de producción por hectárea del T1 (Fertilizante convencional) estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	73
Tabla 23. Costos de producción por hectárea del T2 (fertilizante lenta liberación) estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	74

Tabla 24. Costos de producción por hectárea del T3 (sin fertilizante) estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018..... 75

Índice de figuras

Figura 1. Croquis de sub parcela bruta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	28
Figura 2. Croquis de campo, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018....	28
Figura 3. Días a floración, días a fructificación y período de fructificación (días) por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química sobre características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.	41
Figura 4. Resultado del análisis químico de suelo, Laboratorio Soluciones Analíticas de Guatemala, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.....	59
Figura 5. Guía para caracterizar forma de la hoja cotiledónea (1 deltoide, 2 oval, 3 lanceolada, 4 elongada-deltoide) IPGRI, 1995.	64
Figura 6. Guía para caracterizar pubescencia del tallo (3 escasa, 5 intermedia y 7 densa) IPGRI, 1995.....	64
Figura 7. Guía para caracterizar hábitos de crecimiento de la planta (3 postrada, 5 intermedia y 7 erecta) IPGRI, 1995.....	65
Figura 8. Guía para caracterizar forma de hoja (1 deltoide, 2 oval y 3 lanceolada) IPGRI, 1995.	65
Figura 9. Guía para caracterizar pubescencia de la hoja (3 escasa, 5 intermedia y 7 densa) IPGRI, 1995.....	66
Figura 10. Guía para caracterizar posición de la flor (3 pendientes, 5 intermedia y 7 erecta) IPGRI, 1995.	66
Figura 11. Guía para identificar margen de cáliz (3 entero, 5 intermedio, 7 dentado), IPGRI, 1995.....	66
Figura 12. Guía para identificar la constricción anular del cáliz (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.....	67
Figura 13. Guía para caracterizar forma del fruto (1 elongado, 2 casi redondo, 3 triangular, 4 campanulado, 5 campanulado y en bloque) IPGRI, 1995.....	67

Figura 14. Guía para caracterizar forma del fruto en la unión con el pedicelo (1 agudo, 2 obtuso, 3 truncado, 4 cordado, 5 lobulado), IPGRI, 1995.	68
Figura 15. Guía para caracterizar cuello en la base del fruto (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.	68
Figura 16. Guía para caracterizar forma del ápice del fruto (1 puntudo, 2 romo, 3 hundido, 4 hundido y puntudo), IPGRI, 1995.	68
Figura 17. Guía para caracterizar apéndice en el fruto o vestigio de la floración (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.	68
Figura 18. Guía para caracterizar arrugamiento transversal del fruto (3 levemente corrugado, 5 intermedio, 7 muy corrugado), IPGRI, 1995.	69
Figura 19. Color del hipocótilo, pubescencia del hipocótilo, color de la hoja cotiledónea y forma de hoja cotiledónea, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018....	69
Figura 20. Hábito de crecimiento, densidad de hojas, color de hojas. De izquierda a derecha T1 (FC), T2 (FLL) y T3 (SF), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018....	70
Figura 21. Largo de hoja madura. De izquierda a derecha T1, T2 y T3, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.	70
Figura 22. Presencia de la constricción anular del cáliz, margen dentado del cáliz, flor con posición erecta, forma campanulada de la corola, color morado con base blanca de la corola, una flor por axila mostrados en los tres tratamientos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.	71
Figura 23. Color del fruto en estado inmaduro, color del fruto en estado maduro, número de lóculos por fruto, forma del fruto (T1, T2 y T3), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (<i>C. pubescens</i>); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.	71
Figura 24. Resultados bromatológicos de frutos del chile siete caldos obtenidos del laboratorio bromatológico de la facultad de medicina, veterinaria y zootecnia de la USAC, estudio	

comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos
(*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.72

ESTUDIO COMPARATIVO DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS DEL CHILE SIETE CALDOS (*Capsicum pubescens*); SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes (mineral convencional y lenta liberación) comparados con un testigo absoluto en características agromorfológicas del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*) en el municipio Santa Clara La Laguna, Sololá; se analizaron tres tratamientos, cada unidad experimental se constituyó por 64 plantas distanciadas a 1.5 m², los datos obtenidos fueron analizados a través de la prueba t de student para poblaciones independientes al nivel de significancia del 5%, las variables respuesta fueron: características agromorfológicas, rendimiento de frutos (g/planta) y bromatología del fruto, adicionalmente se realizó el análisis de rentabilidad. Se demostró que la incorporación de fertilizante no modificó las características cualitativas mientras que las cuantitativas fueron diferentes entre tratamientos, de igual manera el rendimiento (g/planta) fue diferente por tratamientos, ya que el mejor fue el T2 (FLL) con 526.44 y en segundo lugar se posicionan los T1 y T3 con 385.02 y 336.55 respectivamente. Además, la bromatología de los frutos se modificó, ya que T2 (FLL) mostró valores de materia seca y proteína de 11.68% y 14.91%, mientras que T1 (FC) 9.27% y 19.56% y T3 (SF) 10.39% y 16.10% correspondientemente. Se concluye que el mejor fue T2 (FLL), de él se obtuvo mayor desarrollo vegetativo, mayor rendimiento de frutos, en segundo lugar, se posiciona el T1 (FC) cuyo desarrollo vegetativo y rendimiento fue superior al testigo absoluto (T3) que se posicionó en tercer lugar con un desarrollo vegetativo y rendimiento inferior a los tratados con fertilizante.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país megadiverso; por esta razón, la biodiversidad debe conservarse adecuadamente para aprovechar esta ventaja comparativa; Guatemala es uno de los centros de origen del género *Capsicum*, en el cual se encuentran distribuidas cinco especies: *Capsicum annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. baccatum*, aunque únicamente las cuatro primeras son cultivadas (Azurdia, 2014).

Capsicum pubescens conocido comúnmente como chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón, es una especie que se adapta plenamente a las condiciones del altiplano central y occidental del país, prefiere zonas con clima templado a frío con alturas que sobrepasan los 1800 msnm. En Santa Clara La Laguna, Sololá, es aprovechado en la zona rural, donde se cultiva en pequeños huertos y la fruta es comercializada en el mercado local.

La identidad cultural ha posibilitado la conservación y aprovechamiento del material genético *Capsicum pubescens*, asimismo diferentes especies tradicionales en las distintas regiones del país, sin embargo, las variedades introducidas de chile están contribuyendo a la erosión genética de especies con características prometedoras.

Es importante considerar el potencial de variedades tradicionales de chile ya que, en estas, se encuentran características de adaptabilidad ambiental, tolerancia a plagas y enfermedades, productividad, calidad de fruto y contenido nutricional; características que no han sido aprovechadas de manera debida y que pueden significar oportunidades de desarrollo para la agricultura de las diferentes regiones de Guatemala; por ello, en el presente estudio se compararon dos tipos de fertilizante químico (fertilizante mineral convencional y fertilizante de lenta liberación) sobre características agromorfológicas del chile siete caldos, con la intención de identificar peculiaridades del material genético *C. pubescens*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón (*Capsicum pubescens*)

Guatemala es uno de los ocho centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, se espera que en su territorio se encuentre alta diversidad genética en aquellos cultivos nativos, así como en sus parientes silvestres más cercanos. Esta riqueza es única y debe conservarse y utilizarse sosteniblemente para beneficio de la sociedad guatemalteca y del mundo (Azurdia, 2014).

Uno de los aportes más importantes de la agricultura mesoamericana al mundo son los chiles, que representan una de las especies más ampliamente consumidas a nivel mundial. En este sentido, es de esperarse que en Guatemala exista amplia diversidad genética entre los materiales cultivados, así como en las especies silvestres emparentadas (Azurdia, 2014).

Existen cinco especies de chiles cultivadas: *Capsicum annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. baccatum*. En Guatemala se encuentran cultivadas las primeras cuatro especies anotadas, sin embargo, se considera que solamente *C. annum* y *C. frutescens* son nativas del país, mientras que *C. chinense* y *C. pubescens* fueron introducidas en tiempos prehispánicos desde sus centros de origen en Sudamérica (Azurdia, 2014).

Capsicum pubescens se encuentra distribuido en regiones de clima frío, tal como el altiplano occidental, central y oriental de Guatemala; crece exclusivamente a nivel de huerto familiar en cuyo caso puede alcanzar la configuración de un pequeño árbol. Se considera como el más pungente de los chiles presentes en Guatemala, a tal grado que prefiere consumirse en encurtido antes que crudo. Son plantas de hábito postrado; pubescencia del tallo y hoja abundante; nudos de color púrpura; posición del pedicelo en anthesis, erecto; márgenes del cáliz dentado; colora violeta; anteras púrpura, filamentos azules; estigma a la misma altura que las anteras, constricción anular en la unión del cáliz y el pedicelo, ausente; posición de los frutos intermedia, frutos cuando inmaduros de color verde, al madurar se tornan rojos o amarillos y con ausencia de antocianinas, base truncada, ápice obtuso, periferia lisa muy pungente; semillas negras. Los frutos tienen en promedio 6.12 cm. de largo y un rango de 3.98 cm a 6.95 cm; ancho de 4.46 cm y rango de 3.85 cm a 4.19 cm; grosor del pericarpio de 1.12 mm a 4.42 mm y 3.77 de ancho en promedio (Otzoy, Chan, & Esteban, 2003).

2.1.1. Origen. El género *Capsicum* incluye un promedio de 25 especies y su principal centro de origen es en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área de Bolivia–Perú, en donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7,000 años y desde donde se habría diseminado en toda América (Pérez M. , 2007).

La base de la alimentación de las diversas culturas que poblaron Mesoamérica fue el maíz, el frijol, las calabazas y el chile. A la región mesoamericana se le consideró uno de los principales centros de domesticación del género *Capsicum*, en particular de la especie *C. annuum*, que es la más importante (Otzoy, Chan, & Esteban, 2003).

Capsicum pubescens es originario de Los Andes, desde la época precolombina ya se encontraban cultivados por los Mayas, suponiéndose que fueron traídos de su centro de origen (Pérez D. , 2014).

Después del descubrimiento de América, el cultivo tuvo una inmediata acogida en Europa, Asia y La India, un poco después en África, de tal manera que hoy en día es un cultivo con distribución y uso mundial, se sabe que a mediados del siglo XVI se cultivaban plantas de chile en Italia, Alemania e Inglaterra y que en Moravia había chilares. Siendo los principales productores en el ámbito mundial: China, Estados Unidos y México (Otzoy, Chan, & Esteban, 2003).

La mayor parte de los materiales de chile se iniciaron a partir de diferentes especies, en diversas áreas en forma independiente. La domesticación del chile se manifestó directamente en los frutos, los frutos rojos, deciduos, erectos y pequeños en los tipos silvestres fueron sustituidos por frutos grandes a menudo pendientes, no deciduos y con una variedad de colores en adición al rojo. Esto dio de hecho series paralelas de frutos producidos en varias especies cultivadas (Otzoy, Chan, & Esteban, 2003).

2.1.2. Clasificación Taxonomía. Según Martínez (2013), la clasificación taxonómica del chile manzano es:

Reino.....Vegetal
Subreino..... Embriophytas
División..... Tracheophytas
Subdivisión Pteropsidas

Clase.....	Angiospermas
Subclase.....	Dicotiledóneas
Orden.....	Tubiflorales
Familia.....	Solanaceae
Genero.....	Capsicum
Epíteto específico.....	<i>C. pubescens</i>

2.1.3. Descripción botánica. Se considera una planta perenne, ya que existen huertas de hasta diez años de antigüedad, el periodo de producción estimado es entre cinco y siete años aproximadamente, aunque las plantaciones agrícolas solo llegan hasta 1.5 años. Tiene un sistema radicular pivotante y profundo, llegando a alcanzar de 70-120 cm de profundidad y logra extenderse lateralmente a 100 a 120 cm, encontrándose la mayoría de las raíces a una profundidad entre 5 cm a 40 cm. Posee un tallo principal leñoso de crecimiento erecto e indeterminado llegando a alcanzar un crecimiento de tres metros de altura, de acuerdo al manejo que se emplea para la producción. Las hojas tienen una característica pubescente, entera, oval, lanceolada conformada por un ápice muy pronunciado de coloración verde, peciolada y de tamaño variable. Las flores son sencillas de color violáceo, pecioladas y aparecen solitarias en cada nudo, y están unidos al tallo por un pedicelo de 10 mm a 20 mm de longitud. Los frutos son esféricos, verdes en estado tierno y va adquiriendo tonos de rojo, amarillo y naranja al madurar. Mide de 3 cm en diámetro y 5 cm de longitud. Las semillas son negras rugosas, y es el único chile que posee esta coloración en sus semillas (Pérez M. , 2007).

2.1.4. Requerimientos climáticos. La especie *Capsicum pubescens* denominada comúnmente como chile de caballo, siete caldos, manzano, extranjero hincha jeta o porrón se encuentra distribuido en regiones de clima templado y frío en las regiones del altiplano central y occidental del país (Azurdia, 2014). Es exigente en luminosidad durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración, ya que ésta se ve reducida y las flores son más débiles en situaciones de escasa luminosidad. La falta de luz provoca un cierto ahijamiento de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de tallo, que quedará débil y no podrá soportar el peso de una cosecha abundante de frutos (Pérez M. , 2007).

a. Temperatura. El óptimo de temperatura para el chile siete caldos va de un rango de 15 a 22 °C, mientras que el rango crítico para este cultivo es menor a 2°C y mayor a 30°C (Espinosa, 2010).

b. Humedad relativa. El óptimo de humedad relativa para el chile siete caldos va de 60% a 80% y los valores críticos para este cultivo es inferior a 40% y superior a 80% (Espinosa, 2010).

La planta se desarrolla bien con humedad relativa de 70 a 80 %. Arriba de este valor se tiene poca dehiscencia de anteras disminuyendo la polinización y fecundación de los óvulos, y en consecuencia se tiene menor número de semillas y a su vez menor tamaño de fruto. Con humedades relativas menores al 40% existe deshidratación de los granos de polen, lo cual también ocasiona una baja polinización y formación de semillas (González, 2011).

c. Altura sobre el nivel del mar. Está ampliamente distribuida en América del Sur y comúnmente se desarrolla sobre entre altitudes de 1,500 a 3,000 metros (Montes, 2010).

En Guatemala el chile siete caldos se desarrolla arriba de los 1800 msnm (Pérez D. , 2014).

2.1.5. Requerimientos edáficos. Los suelos más adecuados para su cultivo son de textura ligera: areno-arcillosos; con alta retención de humedad, en general los chiles son poco tolerantes a la salinidad; en cuanto a los valores del pH los rangos de adaptación son de 6.3 a 7.0, por abajo o arriba de estos valores es poco recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes, se recomienda realizar tratamientos al suelo que regulen el pH (Montes, 2010).

2.1.6. Plagas y enfermedades. Las enfermedades pueden ser provocadas por bacterias, hongos, fitoplasmas, algas, virus y nematodos (Muciño, López, Flores, Chávez, Aquino, & Ruiz, 2010).

a. Enfermedades de las plántulas. Ahogamiento o camping off. (*Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phythium* spp. y *Verticillium* spp.): causantes de severos daños no sólo durante la germinación sino también en plántulas trasplantadas, lo que se ha convertido en foco de infección a terrenos limpios. Cuando la enfermedad se presenta es plántulas emergidas, se observan inicialmente hojas flácidas que gradualmente se marchitan hasta la muerte total; a la altura del cuello se observa un estrangulamiento del tallo de color café oscuro o rojizo que se prolonga por todo el sistema radical que se desintegra completamente (Muciño, López, Flores, Chávez, Aquino, & Ruiz, 2010).

b. Enfermedades de la raíz. Pudrición o marchitez de las plantas: esta enfermedad es importante en las zonas templadas donde ocasiona pérdida de alrededor 50% de la población proyectada; se asocia a riegos pesados o periodos prolongados de lluvia. Los síntomas generales son flacidez de las hojas, amarillamiento del follaje y marchitez total o parcial dependiendo de patógeno responsable; se puede observar también una lesión de color oscuro en el cuello de la planta y destrucción total o parcial de las raíces, los patógenos pueden ser: *Phytophthora capsici* Leonina que causa la marchitez del chile; *Rhizoctonia* que ocasiona la pudrición del cuello, generalmente está asociado con otros hongos del complejo de Damping off. En planta adulta también puede estar en combinación con *Fusarium*. Otras son la marchitez ocasionada por *Fusarium*, la secadera por la presencia de *Verticillium* spp., moho blanco provocado por *Sclerotinia sclerotiorum* y la pudrición por *Sclerotium rolfsii* (Muciño, López, Flores, Chávez, Aquino, & Ruiz, 2010).

c. Enfermedades del follaje. Mancha de la hoja (*Cercospora capsici* Helad y Wolf); Mancha bacterial (*Xanthomonas campestris*), Cenicilla polvorienta (*Oidium* spp) (Muciño, López, Flores, Chávez, Aquino, & Ruiz, 2010).

2.1.7. Diferentes usos. Aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas (Montes, 2010).

2.1.8. Importancia económica. El uso y aprovechamiento de la biodiversidad representa uno de los principales ejes para el desarrollo de los países, sobre todo de aquellos con alta diversidad biológica. Las diferentes actividades humanas han ejercido una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas, lo que demuestra límites de la naturaleza en su capacidad de regeneración y hace necesario impulsar acciones de conservación y de utilización sustentable vinculadas con los procesos de desarrollo (Ramirez, Berrocal, Gonzalez, & Aguirre, 1999).

Las especies *C. cardenasii* y *C. eximium*, parientes de la cultivada son recolectadas en Sudamérica en los hábitats silvestres en donde se distribuye, representando un componente importante en la economía de la región y como autoconsumo (Montes, 2010).

El chile en Guatemala es un cultivo desarrollado comercialmente en áreas considerables en los departamentos de Zacapa, Baja Verapaz y Petén, utilizándose variedades mejoradas. Esta producción se destina para el consumo local, para mercados regionales, para la industria y, en algunos casos, para exportación (caso del chile habanero en el departamento de Petén). Sin embargo, existe una producción importante en varias localidades del país utilizando variedades locales propias de los agricultores, la cual se destina para consumo interno ya sea en forma fresca, seca, o transformada en polvo (tipo chile cobanero) (Azurdia, 2014).

Actualmente en la zona Suroccidental de Guatemala, aún existen cultivares y materiales tradicionales de chile (*Capsicum annuum*), que son cultivados por los agricultores como una alternativa económica. Se ha notado desde hace algún tiempo, en esta zona, cultivares y materiales de chile (*Capsicum annuum*) han venido sufriendo un proceso paulatino y constante de erosión genética, debido en gran parte a factores tales como: la utilización y expansión de variedades mejoradas importadas, la incorporación y extensión de cultivos de agroexportación, la presión demográfica y el crecimiento de la frontera agrícola. Si dicha tendencia se sigue presentando y acrecentando, muchos de los materiales tradicionales (entre cuyas características genéticas, se encuentran la tolerancia a plagas y enfermedades, resistencia a condiciones adversas del medio ambiente y características de calidad y alta productividad), que conforman la amplia gama de diversidad de *Capsicum* en la región, se extinguirán irremediablemente (Otzoy, Chan, & Esteban, 2003).

2.2 Nutrición vegetal

La nutrición vegetal es el conjunto de procesos mediante los cuales los vegetales toman sustancias del exterior y las transforman en materia propia y energía. Las plantas son organismos autótrofos, capaces de utilizar la energía de la luz solar para sintetizar todos sus componentes de dióxido de carbono, agua y elementos minerales. Estudios en nutrición vegetal han demostrado que los elementos minerales específicos son esenciales para la vida. Estos elementos se clasifican como macronutrientes o micronutrientes, dependiendo las cantidades relativas se encuentran en el tejido de la planta. Existen ciertos síntomas visuales que son diagnósticos de deficiencias en nutrientes específicos en las plantas superiores. Algunos trastornos nutricionales pueden ocurrir porque los nutrientes tienen un papel clave en el metabolismo de la planta. Estos sirven como componentes de compuestos orgánicos, en almacenamiento de energía en las estructuras de la planta, como cofactores enzimáticos y en las reacciones de transferencia de electrones (Pérez D. , 2014).

En la mayoría de los suelos y cultivos, la obtención de rendimientos altos está muy relacionada con el suministro adecuado de N, P y K. De ahí que la industria de fertilizantes se haya desarrollado a partir de estos tres elementos básicos. Las deficiencias de estos macronutrientes son frecuentes en muchos suelos ácidos de regiones tropicales. Este factor junto con el mejoramiento de la tecnología agrícola y el establecimiento de nuevas variedades de mayor rendimiento y extracción de nutrientes, han incrementado el consumo de fertilizantes durante los últimos años (Meléndez & Molina, 2003).

Para evitar el desarrollo de deficiencias de nutrientes puede añadirse de nuevo a la tierra en forma de los fertilizantes. Los fertilizantes que aportan nutrientes inorgánicos en formularios se denominan fertilizantes químicos, los que se derivan de residuos de la planta o animal se consideran abonos orgánicos. La mayoría de los fertilizantes se aplican al suelo, pero algunos se pulverizan sobre las hojas (Pérez D. , 2014).

La utilización de fertilizantes sintéticos es importante debido a que pueden aumentar el nivel de producción agrícola necesario para alimentar la población mundial. Además, hay impactos positivos indirectos para el medio ambiente natural que proviene del uso adecuado de estas sustancias ya que permiten intensificar la agricultura en los terrenos existentes, reduciendo

la necesidad de expandirla hacia otras tierras que puedan tener usos naturales o sociales (FAO, 2002).

2.2.1 Tipos de fertilizante. La aplicación de fertilizantes en la agricultura se realiza con el objeto de suministrarle a la planta aquellos elementos que el suelo por su naturaleza o por agotamiento de los mismos no tiene capacidad de suministrar. En la fertilización de cultivos se tienen que considerar varios aspectos importantes como lo son: los requerimientos del cultivo, las características del suelo, el clima, los rendimientos deseados, tipo de fertilizante y su efecto en el suelo y el factor económico involucrado en la aplicación (Meléndez & Molina, 2003).

En la producción agrícola moderna, los fertilizantes comerciales se utilizan para: corregir las deficiencias nutricionales de las plantas, mantener en los cultivos niveles nutricionales eficientes y balanceados, generar en las plantas resistencia a condiciones de estrés, mejorar la calidad de las cosechas, mantener en nivel óptimo las condiciones de fertilidad de los suelos. En esencia, el uso adecuado de fertilizantes elimina la posibilidad que la fertilidad del suelo se constituya en un factor limitante para la producción de cultivos. Los principios fundamentales para una buena fertilización son: requerimientos de nutrientes, disponibilidad de nutrientes, productividad potencial, eficiencia de la fertilización, tipo de fertilizante, época de aplicación y sistema de aplicación (Rodríguez E. , 2009).

a. Fertilizante mineral convencional. Utilizados comúnmente debido a su bajo costo, además de poseer características de rápida acción y fácil disponibilidad, sin embargo, existe un mayor riesgo de fitotoxicidad, pérdidas por lixiviación y acidificación del suelo cuando son utilizados de manera equivocada (Meléndez & Molina, 2003).

La fertilización mineral pretende lograr un aumento de la productividad del sistema agrícola suministrando a las plantas alguno de los elementos esenciales que necesitan mediante productos químicos de síntesis (Ancín, 2011).

b. Fertilizantes de lenta liberación. Los fertilizantes de lenta liberación no necesitan ser aplicados frecuentemente como otros fertilizantes y se pueden utilizar dosis más altas sin riesgo de causar toxicidad en las plantas. Los cultivos pueden utilizar el N de fertilizantes de liberación lenta en forma más eficiente puesto que el producto está permanentemente liberándose por un período prolongado de tiempo (Meléndez & Molina, 2003).

La utilización de fertilizantes de lenta liberación en una escala mayor que la actual depende sobre todo de aspectos económicos. Su mayor eficiencia puede permitir reducir las cantidades de fertilizante a aportar o maximizar la eficiencia de los nutrimentos suministrados. Sin embargo, el precio más elevado de estos fertilizantes restringe su uso ante la incertidumbre de los resultados a obtener. Se requiere investigación a mayor escala para evaluar la eficiencia agronómica de estos materiales y su relación costo/beneficio, especialmente bajo condiciones de clima tropical (Meléndez & Molina, 2003).

Se considera que un fertilizante ideal debería tener como mínimo tres características; un alto porcentaje de recuperación, un mínimo impacto negativo sobre el medio ambiente y que una sola aplicación del producto sea suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales durante el período completo de cultivo. Los fertilizantes de liberación controlada (FLC) son una tecnología que cumple con estas tres características en una medida considerable, ayudan a prevenir la degradación de los suelos, pueden ser utilizados para reducir la cantidad de fertilizante que es aplicado y también hacen que los nutrientes estén disponibles durante periodos de tiempo más prolongados después de su aplicación, ya que evitan las pérdidas por lixiviación y volatilización del fertilizante. En estos sistemas, el fertilizante se encuentra contenido dentro de una matriz inorgánica y/o polimérica, la cual evita la disolución y dispersión descontrolada del fertilizante (Aguilar, 2014).

Por lo general la duración de este tipo de fertilizante en el suelo va de dos a 12 meses, la liberación de los nutrientes contenidos en el gránulo ocurre en función de la temperatura, con temperaturas más altas aumenta la liberación y con temperaturas más bajas se ralentiza, de esta forma se consigue una liberación según la actividad metabólica de las plantas (Castro, 2011).

2.2.2 Funciones de los macronutrientes en las plantas.

a. Nitrógeno. Es uno de los elementos más importantes para todos los seres vivos. En estado puro (como N_2) es un gas, inerte, inodoro e insípido. Aproximadamente el 80% del aire que nos rodea está formado por este gas, aunque en este estado no resulta asimilable por los seres vivos, a excepción de algunos microorganismos. Para que las plantas puedan aprovecharlo debe hallarse formando compuestos a base de combinación con otros elementos. En las plantas el nitrógeno está presente en la composición de numerosas sustancias orgánicas tales como proteínas, clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, etc., sustancias que son la base de los procesos que controlan el desarrollo, el crecimiento y la multiplicación de las mismas. Resulta evidente, por lo tanto, la importancia de este elemento en la vida de las plantas. En las plantas el nitrógeno es asimilado vía radicular en forma de NO_3^- y de NH_4^+ (Meléndez & Molina, 2003).

El nitrógeno absorbido del suelo o fijado del aire se incorpora a la planta en forma de aminoácidos, primeramente, en hojas verdes. A medida que aumenta el suministro de nitrógeno, las proteínas sintetizadas a partir de los aminoácidos se transforman en crecimiento de las hojas, aumentando la superficie fotosintética. Se ha encontrado una correlación entre la cantidad de nitrógeno suministrado y el área foliar disponible para la fotosíntesis, este efecto se puede evidenciar por el aumento de la síntesis proteica y del protoplasma (Pérez D. , 2014).

a.1. Síntomas de deficiencias. Los signos externos más característicos que podemos apreciar son una reducción en el crecimiento, debilitamiento generalizado del color verde, amarillamiento que comienza en las hojas inferiores más viejas de la planta y que por lo general, avanza desde el ápice hacia la base, llegando a producir la muerte de los tejidos y la caída de las hojas (Meléndez & Molina, 2003).

b. Fosforo. El fósforo se encuentra vinculado en los seres vivos a la recepción, conservación y transferencia de energía, merced al establecimiento de enlaces altamente energizados. De ellos, el de mayor importancia biológica es el enlace anhídrido P-O-P, que da origen al grupo de los polifosfatos. Los compuestos con enlace P-O-P de mayor importancia energética son el adenosin-trifosfato (ATP) y el adenosin-disfosfato (ADP), con dos y un enlace

anhídrido, respectivamente. La hidrólisis de dichos enlaces conlleva el alto valor de energía libre que, en las reacciones biológicas en que intervienen, es transferida (Meléndez & Molina, 2003).

En la naturaleza el fósforo no se encuentra en estado puro, sino en forma de diferentes compuestos como resultado de su combinación con otros elementos. Aunque estos son muy numerosos, es de destacar que en la mayoría de ellos se encuentra como fosfato. Los efectos más notables que se le atribuyen al fósforo son: estimular un desarrollo precoz de la raíz y del crecimiento de la planta, desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes, aumentar la resistencia de las plantas ante condiciones desfavorables, acelerar la floración y fructificación (Meléndez & Molina, 2003).

La asimilación del fósforo se da en tres formas iónicas distintas, de ellas la más aprovechable por las plantas es el fosfato monobásico, el fosfato dibásico también es asimilable, aunque no tanto como el monobásico, y el fosfato tribásico está prácticamente fuera del alcance de las plantas. El requerimiento de fósforo para un óptimo crecimiento está en el ámbito de 0.3 a 0.5% en peso seco. Sin embargo, en muchos cultivos de leguminosas tropicales la toxicidad puede ocurrir con contenidos en los puntos de crecimiento de 0.3 a 0.4% (Meléndez & Molina, 2003).

b.1. Síntomas de deficiencias. Debido a que el fosforo (P) se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los tejidos jóvenes, la deficiencia de P aparece primero en las partes bajas de las plantas. Las hojas viejas pueden tornarse de un color verde oscuro al principio, y luego pueden aparecer manchas o zonas de color púrpura o rojizo, especialmente en cultivos de gramíneas como maíz y sorgo. En muchos cultivos, la deficiencia de P es difícil de detectar en el campo. La deficiencia de P causa que las plantas se queden pequeñas o enanas, con escaso desarrollo radicular. También disminuye la tasa de crecimiento, reduce la floración, el cuaje de flores y el rendimiento de granos y frutos (Meléndez & Molina, 2003).

Los síntomas de deficiencia de Fosforo en la planta puede apreciarse en un crecimiento retrasado, hojas verdes oscuras azuladas, moradas y parduscas a partir de la punta (a menudo también en los tallos), plantas lentas a madurar, permaneciendo verdes, los frutos pueden ser deformados, los granos pobremente rellenos (FAO, 2002).

c. Potasio. Este elemento juega un papel muy importante en la neutralización de los abundantes radicales ácidos que se producen continuamente en el metabolismo. Constituye uno de los principales papeles del potasio, especialmente en el cloroplasto y mitocondria a los que, por su difusibilidad, puede llegar sin dificultad. El potasio, además, es esencial en la economía del agua en la planta, lo que se debe a su fácil hidratación y a su contribución, dada su alta abundancia y alta solubilidad, al mantenimiento de la presión osmótica celular y de los vasosconductores, favoreciendo la absorción del agua por la raíz (Meléndez & Molina, 2003).

El potasio no solo es un elemento móvil, sino que aumenta la movilidad en la planta de diversos compuestos especialmente de ácidos dicarboxílicos, además es un estimulante de la división celular. Por ello, este elemento tiende a acumularse en las zonas meristemáticas, siendo las partes más viejas de la planta las primeras en manifestar los síntomas de su deficiencia que está asociado a una deshidratación gradual (Meléndez & Molina, 2003).

Con excepción del nitrógeno, el potasio es el elemento absorbido en mayor cantidad por la mayoría de los cultivos. A pesar de que en muchos suelos el contenido de K total es muchas veces superior a K absorbido por las plantas, solo una pequeña fracción se encuentra disponible. De ahí que las necesidades de K son con frecuencia altas para satisfacer los requerimientos de los cultivos y establecer una nutrición balanceada (Meléndez & Molina, 2003).

c.1. Síntomas de deficiencias. Se puede observar signos de carencia de K^+ , si se utilizan fertilizantes con nitrógeno y fósforo, produciéndose la muerte prematura de las hojas. Así como el nitrógeno y el fósforo, el potasio se traslada de los órganos maduros hacia los jóvenes; de forma que la deficiencia de este elemento se observa primero como un amarillamiento ligero en hojas viejas. En las dicotiledóneas las hojas se tornan cloróticas, pero a medida que progresa la deficiencia aparecen manchas necróticas de color oscuro. La deficiencia de K^+ se conoce comúnmente como quemadura. En muchas monocotiledóneas, como es el caso de los cereales, las células de los ápices y bordes foliares mueren primero, propagándose la necrosis hacia la zona más joven de la base foliar. Ejemplo, el maíz deficiente de K^+ presenta tallos débiles y las raíces se hacen susceptibles a infecciones por patógenos que causan su pudrición (Pérez D. , 2014).

Los síntomas de deficiencia de potasio (K_2O) son: crecimiento retrasado, hojas que muestran decoloración a lo largo de los márgenes exteriores desde las extremidades a la base,

bordes exteriores de las hojas amarillentos o rojizos, llegando a ser parduscos o quemados y muertos (necrosis de los bordes); hojas marchitas, encamado, las hojas de los árboles son amarillentas, rojizas, dobladas o curvadas, los frutos son pequeños, pueden tener lesiones o puntos dañados, pobre almacenamiento y mantenimiento de la calidad (FAO, 2002).

2.2.3 Requerimientos nutricionales del chile. Una forma para establecer cuánto fertilizante debe aplicarse a los cultivos es mediante el cálculo de la cantidad de nutrimento requerido por la planta para expresar un rendimiento esperado, por lo tanto, la cantidad necesaria de nutrimento para producir una tonelada de producto debe ser un dato conocido (Pérez D. , 2014).

La fertilización de chile debe realizarse según los resultados del análisis de suelos, los cuales deben hacerse cada dos años y en un laboratorio confiable, para confiar en la recomendación del tipo y dosis de fertilizantes a aplicar y la corrección de acidez si es necesario (Pérez D. , 2014).

El requerimiento macronutricional de plantas de chile con rendimientos por debajo de 10 t/ha es de 6 a 12.6 kg N/t, 4 a 6.8 kg P₂O₅/t y 4.8 a 17.7 kg K₂O/t (Salazar & Juarez, 2012).

Los rendimientos del chile manzano van de 0.38 a 1.40 kg de fruto/planta en un período de cosecha cuando se cultiva bajo condiciones de invernadero (González, 2011).

Tomando en cuenta el requerimiento nutrimental máximo, así como los distanciamientos entre plantas y surcos de 1.5m x 1.5 m respectivamente, se puede presumir que el material tiene un potencial productivo de 6.22 t/ha.

2.3 Importancia de la caracterización

En los bancos de germoplasma de los países de América del sur, Centroamérica y el Caribe se encuentran aproximadamente 660000 accesiones pertenecientes a un rango amplio de géneros y especies de plantas, las cuales están solo parcialmente documentadas. En los últimos años se han realizado esfuerzos importantes en el registro y almacenamiento de los datos de pasaporte y la caracterización de estas accesiones, así como el intercambio de la información relacionada (Palacios, 2007).

Los recursos fitogenéticos se conservan para utilizarlos, y ello sólo es posible si se conocen sus características y posibles usos. La información que nos permite conocer el germoplasma y determinar su utilidad proviene de tomar y analizar un conjunto de datos sobre el germoplasma, en diversas etapas de la conservación, pero principalmente durante la caracterización y evaluación. La caracterización y la evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas, determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellas, y localizar genes que estimulen su uso en la producción o el mejoramiento de cultivos. Las dos actividades requieren exactitud, cuidado y constancia e incluyen un componente importante de registro de datos (Palacios, 2007).

El género *Capsicum* presenta alrededor de 20 a 25 especies silvestres y algunas se pueden cruzar con las domesticadas. Se encontró dentro de éstas algunos genes que permiten su adaptación a condiciones y ambientes difíciles. Con este grupo de especies se ha realizado un intenso trabajo de manejo de germoplasma, como lo demuestra el hecho de la existencia de un número de colecciones de tamaño considerable que según reportes del IBPGR sumaron 25 en 1983. En 1999, el IPGRI reportó 143 instituciones, con un total de 58817 accesiones de *Capsicum* (Palacios, 2007).

2.4 Investigaciones relacionadas al tema de estudio

Otzoy, Chan y Esteban (2003), en su estudio denominado búsqueda, colecta, manejo agronómico, caracterización y obtención de cultivares y materiales promisorios de chile tradicional (*Capsicum annuum*) en la zona suroccidental de Guatemala, con el objetivo de determinar el potencial filogenético de especies tradicionales de chile de la región. La metodología empleada se basó en el análisis de procedimientos univariado y multivariado, a través de cluster y componentes principales para identificar los grupos de chile tradicionales. Las variables de estudio fueron: relacionadas al manejo agronómico (ciclo de cultivo, época y distanciamiento de siembra, plagas y enfermedades, fertilización) y variables relacionadas al manejo post-cosecha (lugar, precio y capital invertido). Los resultados determinan una colección de 48 materiales de chile (*Capsicum annuum* var. *annuum*), el 26% de los materiales colectados mostraron resistencia al ataque de enfermedades, dentro de las afecciones más comunes se

mostraron *Phytophthora annuum* var. *annuum*, *Colletotrichum gloesporoides* y *Colletotrichum annuum* var. *annuum*, se reportó que el 96% de los agricultores emplean fertilizantes comerciales 15-15-15 y/o 20-20-0, además el 37% cosechan en cualquier época del año mientras que el 25% lo realizan en abril, la cosecha se realiza de 70 a 80 días después de la siembra con un número de cuatro a catorce cortes. El capital invertido asciende Q1.83/m² y el rendimiento promedio fue de 645.46 kg/ha. En conclusión, las pequeñas producciones de chiles tradicionales han permitido su conservación, estas especies son importantes cultural y económicamente para familias de distintas regiones del suroccidente del país, es por ello que se vuelve importante adecuar dichos materiales a nuevas tecnologías que permitan mayor aprovechamiento.

Tzún (2008), en su evaluación agroeconómica del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*) con dos programas de fertilización (químico y orgánico) realizado en el municipio de Momostenango, Totonicapán, con el objetivo de generar información técnica para el aprovechamiento de este recurso genético. Se empleó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglos en parcelas divididas, el factor A fue el programa de fertilización orgánica y el factor B el programa de fertilización inorgánica, el programa orgánico con cinco tratamientos al 100%, 75%, 50%, 25% y 0% de 13.33 t/ha y 1666.6 L/ha (abono orgánico industrial y orín de ganado respectivamente) y la fertilización química con cinco tratamientos al 100%, 75%, 50%, 25% y 0% del programa 6.67 t/ha de fertilizante 15-15-15 y 1666.66 L/ha de fertilizante foliar quelatado, las variables respuesta fueron: número de frutos por planta, diámetro de fruto, largo de fruto, altura de la planta, rendimiento del fruto (kg/ha) y beneficio neto. Los resultados mostraron que el T1 (100% del plan orgánico) fue el mejor en cuanto a número de frutos con un valor de 30961.41 docenas por hectárea, también se determinó que este mismo tratamiento obtuvo un beneficio bruto por hectárea de Q33896.30, siendo este el que más ingresos brutos obtuvo. Se concluye que las aplicaciones de fertilizante orgánico comercial a razón de 13.33 t/ha incorporado al suelo y complementado con fertilizaciones foliares (1666.66 L/ha de orín de ganado), proporcionan mayores rendimientos y mejores beneficios económicos en la producción de chile siete caldos en Momostenango, Totonicapán.

Rodríguez (2009), en su evaluación del efecto de la fertilización química, orgánica y biofertilización sobre la nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum* spp.) en el Valle de Cauca, Colombia, en el cual se realizaron dos experimentos, uno en la etapa de vivero y otro en la etapa

de campo, en vivero se evaluó el efecto de los diferentes tipos de fertilización en ají, en campo se evaluó el efecto de la fertilización química, orgánica y biofertilización en ají, se evaluaron seis tratamientos (T1 fertilización química, T2 fertilización química + orgánica, T3 fertilización química + orgánica + solubizador de fosforo fosfol, T4 fertilización química + orgánica + micorrizas, T5 fertilización química + orgánica + fijador de nitrógeno dimason y T6 fertilización química + orgánica + fijador de nitrógeno dimargon) bajo el diseño experimental bloques completos al azar. Las variables respuestas evaluadas fueron: peso fresco de raíz, numero de hojas, altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), peso seco total, peso seco de raíz y aéreo. Los resultados determinaron al plan de fertilización T4 (química + orgánica + micorrizas) como el mejor tratamiento evaluado seguido de los tratamientos a los que se les aplicó la fuente de biofertilización T3, T5 y T6 (microorganismos de fosforo y fijadores de nitrógeno). Concluyendo que para obtener una mayor producción en el cultivo de ají (chile) se recomienda aplicar al suelo una fuente química completa más una fuente de materia orgánica más micorrizas arbusculares, ya que las tres fuentes se complementan en la nutrición del cultivo.

Martínez (2013), en su estudio denominado caracterización morfológica de tres colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.), realizado en Tenancingo, Estado de México, el cual efectuó con el objetivo de analizar morfológicamente tres colectas de chile manzano. Los caracteres morfológicos cuantitativos evaluados se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial (prueba de t para contraste de dos poblaciones), para lo cual se utilizó el programa Excel de MO 2010. Los caracteres cualitativos se analizaron por las escalas descritas en las guías de descripción varietal (IPGRI 1995; SNICS s. a.). Se estudiaron tres materiales FB (identificada como flor blanca), FMC (identificada como flor morada con entrenudos cortos) y FML(identificada como flor morada con entrenudos largos), en los tres materiales el ciclo de vida fue perenne, días a prendimiento de fruto de 8, sabor del fruto pungente, mientras que la longitud del tallo (20.63 cm, 23.02cm, 26.15cm), días a floración (170 días, 181 días, 185 días), largo de fruto (4.5 cm, 5.65 cm, 4.99 cm), peso del fruto (29.36 gr., 39.75gr., 58.05 gr.) fueron estadísticamente diferentes. Se concluye que las tres colectas fueron diferentes estadísticamente en algunos de los descriptores que son de importancia agronómica como: días a floración, con FB (flor blanca) como la más precoz; largo del fruto, con FMC (flor morada con entrenudos cortos) como la de mayor longitud; peso del fruto, con FML (flor morada con entrenudos largos) como la

de mayor peso; y número de semillas, con FML (flor morada con entrenudos largos) como la de mayor cantidad.

Palacios (2007), en el estudio denominado caracterización morfológica de accesiones de *Capsicum* spp., realizado en Palmira, Colombia con el objetivo de estudiar la variabilidad morfológica de 93 accesiones de *Capsicum* spp., procedentes de 11 países (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Guyana, México, Perú y El Salvador) y representativas de cuatro especies (*Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. frutescens*). Para su efecto se emplearon 21 descriptores (seis cualitativos y 15 cuantitativos, ocho de caracteres vegetativos, tres de flor y diez de fruto y flor) propuestos por el IPGRI (1983), los caracteres cuantitativos fueron analizados mediante un análisis estadístico descriptivo que comprendió: media, máximo, mínimo, rango, coeficiente de variación y desviación estándar; asimismo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para identificar caracteres cuantitativos que influyen en un mayor grado la variabilidad, para los valores cualitativos se realizó una análisis de frecuencias para determinar las categorías más frecuentes del grupo de accesiones estudiado. La caracterización morfológica permitió confirmar la presencia de variabilidad dentro del género en especial los descriptores de arquitectura de planta, estructuras reproductivas y producción que explicaron el 78% de la variabilidad total (análisis de componentes principales). La distancia posibilitó formar grupos con base en su origen y caracteres de flor y fruto, pero no permitió discriminar entre especies. El análisis discriminante permitió concluir que las cortas distancias genéticas entre *C. annuum*, *C. baccatum* y *C. chinense* puede indicar que las tres conforman un solo grupo morfológico.

Pardey (2008), en su estudio denominado caracterización y evaluación de accesiones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y determinación del modo de herencia de la resistencia a Potyvirus (PepDMV), el cual realizó con el objetivo de identificar atributos de interés agrícola para el mejoramiento del cultivo del pimentón y los ajíes. Se sembraron 100 introducciones bajo el diseño experimental de bloques incompletos o látice 10x10 con tres repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por diez plantas para evaluar cuatro plantas por bloque y un total de 12 plantas por introducción, se estudiaron 40 descriptores morfológicos y agronómicos propuestos por el IPGRI (1995). Se realizó un análisis de varianza bajo el diseño de látice para identificar las diferencias entre las

introducciones para las variables producción, peso y número de frutos por planta, se realizó una tabla aritmética descriptiva entre especies para las mismas variables y se realizó una correlación parcial para todas las características cuantitativas para detectar asociaciones de interés. La caracterización morfológica y agronómica realizada a 128 introducciones no distinguió a *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense* como especies diferentes, únicamente cinco descriptores permiten la clasificación de las especies: constricción anular del cáliz para *C. chinense*; macha en la corola para *C. baccatum*; semilla negra para *C. pubescens*; color del hipocotilo morado y flor exserta para *C. frutescens*, los otros 15 descriptores morfológicos se presentaron de forma indistinta en las especies. La evaluación de características de interés agronómico mostró que la variación entre genotipos de *Capsicum* se encuentra principalmente asociada a la pungencia seguida de rendimiento y características de fruto.

Reyes, H. (2013), en su estudio denominado determinación del comportamiento botánico y agronómico del cultivo de chile (*Capsicum annuum* cv. Numex Sandia) bajo las condiciones edafoclimáticas y manejo productivo de la finca Agromosa, Esquipulas, Chiquimula, el cual realizó con el objetivo de caracterizar el cultivo en sus distintas etapas de desarrollo. La unidad experimental consistió en un área de 45.36 m² (ancho de 4.2 m y largo de 10.8 m) la cual comprendió de cuatro surcos distanciados a 1.4 m y plantas distanciadas a 0.4 m., posteriormente se realizó un muestreo sistematizado a cada cuatro plantas para determinar los valores de caracterización y el análisis de la información se realizó mediante la aplicación de la media aritmética. Las variables evaluadas fueron: variables evaluadas de la planta (hábito de crecimiento, ramificaciones, hojas, tallos), variables evaluadas en la inflorescencia de la planta (días a floración, número de flores por axila, posición, margen del cáliz, constricción anular del cáliz), variables evaluadas del fruto (días a fructificación, cuajado, período de fructificación, color, forma, longitud, ancho, peso). Se obtuvo que es una planta anual, de porte intermedio, altura de 66 cm a 85 cm, florea a los 26 días después del trasplante, con un hábito de crecimiento compacto, período de fructificación a los 30 días después del trasplante, cuajado de fruto alto, forma de fruta es elongada (15.6 cm de longitud y 2.89 cm de ancho) y color rojo, período de cosecha inicia a los 84 días después del trasplante. El material genético posee características de resistencia, adaptabilidad y calidad por ese motivo es necesario evaluar su nivel de demanda y estudiar su comportamiento en sistemas intensivos de producción.

Ayala (2015), en su estudio denominado caracterización de híbridos de chile manzano, realizado en Toluca, México, con el objetivo de analizar la capacidad de desarrollo de híbridos en tres colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Para la caracterización morfológica de los progenitores se establecieron 30 plantas de cada colecta distribuidas al azar, en las cuales se midieron 70 descriptores morfológicos. A la par se realizaron 60 cruza directas y 60 cruza recíprocas con igual número para cada combinación, además de los testigos autopolinizados. Las variables de estudio fueron para la parte vegetativa, para la inflorescencia y fruto. En el proceso de hibridación, el aislamiento de flores polinizadas manualmente afectó en más del 50% el prendimiento de fruto, la posición del estigma con respecto a las anteras tanto en progenitores como en los híbridos fue heteromórfica, con 70-90% al nivel de las anteras, se encontraron variantes en cuatro de seis caracteres cualitativos medidos (color del tallo, color de la corola, color del filamento y color del estilo) en el progenitor FB y fueron recesivos a los correspondientes de FML y FMC. Mientras que en caracteres cuantitativos las variantes de menor tamaño en las variables de altura de la planta y largo y ancho de hoja presentes en los morfotipos FB y FMC fueron dominantes en los híbridos y afectaron negativamente en el rendimiento de frutos y heterosis. Por lo tanto, la disminución en el porte de la planta en los híbridos obtenidos resultó favorable para aspectos de manejo de la planta, sin embargo, estrategias de mejoramiento genético adicionales como selección de segregantes y retrocruzas serán necesarios para mejorar el tamaño del fruto.

Pineda (2005), en el estudio caracterización agromorfológica de 36 colectas de *Capsicum* spp. provenientes de huertos familiares de Alta Verapaz, con el objetivo de establecer la variabilidad agromorfológica e importancia de la conservación in situ. Para el efecto se ejecutó empleando muestras provenientes en los huertos familiares de Alta Verapaz bajo las condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en dicha caracterización se instalaron 31 muestras colectadas, utilizando la guía descriptora de *Capsicum* publicado por el IPGRI (1995), para las variables cualitativas se empleó análisis de conglomerados y el análisis de componentes principales se utilizó para las variables cuantitativas. Los resultados del análisis de conglomerados identificaron seis núcleos, uno de ellos conformado por dos muestras que son representativas del *Capsicum frutescens* y el resto de las 29 muestras se encuentran distribuidos en cinco núcleos, representantes de *C. annuum*. Los resultados del análisis de componentes

principales (ACP) definió dos componentes relevantes, cada uno representado por cinco caracteres más importantes responsables de la variación total, siendo el primero de los componentes el representado por los caracteres del fruto y el segundo componente representado por los caracteres fenológicos junto con estructura de la planta, los cuales acumulan el 47.17 % de la variación total. Se concluye que los resultados anteriores determinan el valor que los huertos familiares podrían tener en la definición de una estrategia de conservación in situ, ya que la variabilidad genética de las especies de *Capsicum* presentes en esos huertos es importante si se relaciona con la variabilidad que existe en todo el territorio nacional.

Salazar y Juárez (2012), en su estudio denominado requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.), el cual se realizó en Nayarit, México, con el objetivo de determinar los requerimientos nutricionales generales para cultivos de chile (*Capsicum* spp.) mediante la metodología de extracción nutricional propuesta por Standford (1973) y respaldado con la revisión bibliográfica científica de varias fuentes, dicho proceso consistió en la determinación de nutrientes requeridos por la planta por estado fenológico, donde se obtuvieron curvas de extracción sobre un rendimiento esperado. Las variables evaluadas fueron: requerimientos nutricionales de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO. Se logró determinar que la extracción y requerimientos nutricionales variaron por cultivares, tipos de chile (jalapeño, dulce, pimiento), órgano muestreado, por sistema de producción, así como por la edad de la planta, mostrando que al final del ciclo los nutrientes K, Ca y Mg se acumularon principalmente en la parte aérea de la planta, el P y S en los frutos y el N en los frutos y en la parte aérea de la planta. Los resultados obtenidos de la extracción nutricional propuesta por Standford fueron (en kg/t): Nitrógeno (N) 2.4 – 4.0; Fósforo (P₂O₅) 0.4 – 1.0; Potasio (K₂O) 3.4 – 5.29; Calcio (CaO) 0.55 – 1.8; y Magnesio (MgO) 0.28 – 0.49. Las demandas nutricionales para el género *Capsicum* según el presente estudio servirá como base para determinar programas de fertilización en cultivos de chile, tomando en cuenta un rendimiento esperado para materiales de chile mejorados y materiales tradicionales con potencial productivo y que necesite ser estudiado bajo sistemas agrícolas intensivos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La biodiversidad es una ventaja comparativa que representa oportunidades de desarrollo económico y social para los guatemaltecos, debido a que en varias especies se encuentran características de adaptabilidad, tolerancia al ataque de plagas y enfermedades, aspectos de calidad, productividad y nutricional. *Capsicum pubescens* conocido comúnmente como chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón, se desarrolla de manera natural en las regiones del altiplano central y suroccidental de Guatemala. En Santa Clara La Laguna ha formado parte de la identidad cultural debido a su importancia en la gastronomía, sin embargo, su producción se ve limitada a pequeños huertos principalmente en el área rural del municipio.

El material genético *Capsicum pubescens* al igual que muchas de las especies nativas se están erosionando a medida que se adaptan y expande el cultivo de variedades introducidas (principalmente chile jalapeño, chile pimienta y chile serrano), esta condición es perjudicial puesto que significa la pérdida de oportunidades para el aprovechamiento de las virtudes que poseen especies locales.

Otzoy *et al.* (2003), consideran que es de suma importancia la atención hacia especies nativas puesto que en ellas se encuentran características de importancia económica, por ello sugieren el fomento de estudios para el aprovechamiento de dichos materiales en Guatemala. Por ese motivo, en el presente estudio se evaluó el efecto de dos tipos de fertilizantes químicos (lenta liberación y minerales convencionales) sobre características agromorfológicas y bromatológicas del chile Siete Caldos en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá con la finalidad de calificar y cuantificar las virtudes que posee dicha especie.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Comparar el efecto de dos tipos de fertilizante químico en características agromorfológicas del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá.

4.2 Específicos

Determinar el efecto de dos tipos de fertilizante químico (lenta liberación y minerales convencionales) en características agromorfológicas del Chile Siete Caldos en Santa Clara La Laguna, Sololá.

Establecer el efecto de dos tipos de fertilizante químico en el rendimiento del Chile Siete Caldos (g/planta) en Santa Clara La Laguna, Sololá.

Comparar el efecto de dos tipos de fertilizante químico en características bromatológicas del Chile Siete Caldos en Santa Clara La Laguna, Sololá.

Realizar un análisis económico para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos.

5. HIPÓTESIS

Ha₁. Por lo menos un tipo de fertilizante químico tendrá efecto en las características agromorfológicas del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*).

Ha₂. Por lo menos un tipo de fertilizante tendrá efecto en el rendimiento del fruto (g/planta) de chile siete caldos (*Capsicum pubescens*).

Ha₃. Por lo menos un tipo de fertilizante tendrá efecto en las características bromatológicas del Chile Siete Caldos (*Capsicum pubescens*).

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

El estudio se realizó en el municipio de Santa Clara La Laguna, del departamento de Sololá, de acuerdo a la ley preliminar de regionalización, decreto número 70-86, se encuentra situado en la región VI sur occidente, en la parte central del departamento de Sololá, a una altitud de 2090 metros sobre nivel del mar, latitud norte 14°42'50'' y longitud oeste 91°18'15'' (Segeplan, 2010).

El clima del municipio oscila entre templado y frío, la precipitación pluvial varía entre los 1200 a 2100 milímetros al año y las temperaturas oscilan entre los 10 a 15 °C (Segeplan, 2010).

6.2 Material experimental

6.2.1. Chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón (*Capsicum pubescens*). Se le denomina comúnmente como chile siete caldos, de caballo, manzano o porrón, es una planta de crecimiento arbustivo que se cultiva en el área rural del municipio de Santa Clara La Laguna y en condiciones ambientales similares del altiplano central y suroccidental del país. Su aprovechamiento se efectúa en huertos de una a dos plantas a las cuales no se les aplica manejo, sin embargo, han permitido su conservación y aprovechamiento como condimento.

Sus frutos se comercializan en el mercado local y su consumo se prefiere en encurtidos debido a su alta pungencia, su precio puede variar de Q 0.25/unidad a Q 0.50/unidad dependiendo de la oferta existente en el mercado. Los meses con mayor precio son noviembre (inicios de temporada de cosecha) y marzo (finales de temporada de cosecha).

6.2.2. Fertilizantes químicos.

a. Fertilizante mineral convencional. Urea con 46 por ciento de N, es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de N. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire (FAO, 2002).

b. Fertilizante de lenta liberación. NITRO-XTEND® (46-0-0) es un fertilizante de última tecnología que reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización. Funciona inhibiendo la acción de la ureasa, una enzima presente en el suelo de forma natural, la cual transforma la urea en nitrógeno disponible. NITRO-XTEND® posee un inhibidor que compite eficazmente con la urea por los sitios activos de la ureasa, al unirse estos compuestos a la enzima, se evita la hidrólisis inmediata de la urea y la subsecuente pérdida de nitrógeno. Conforme el inhibidor se descompone, permite lentamente que los sitios de acción de la enzima queden disponibles para llevarse a cabo la hidrólisis de la urea.

6.3 Factores estudiados

Se evaluó el efecto del fertilizante mineral convencional (Urea 46-0-0) y del fertilizante de lenta liberación (NITRO-XTEND® 46-0-0) sobre características agromorfológicas y bromatológicas del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*). La dosis utilizada fue de 78.37 kg N/ha para ambos tratamientos comparados a un testigo absoluto.

6.4 Descripción de los tratamientos

Tabla 1.

Descripción de tratamientos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

TRATAMIENTO	TIPO DE FERTILIZANTE (DOSIS Kg/ha)
T1	Fertilizante mineral convencional (170.37 kg Urea 46-0-0)
T2	Fertilizante lenta liberación (170.37 kg NITRO-XTEND® 46-0-0)
T3	Testigo absoluto (Sin aplicación de fertilizante)

T1: Se aplicó 170.37 kg/ha de urea (46-0-0) por ciclo del cultivo, a los 10, 60 y 110 días después del trasplante.

T2: Se aplicó 170.37 kg/ha de NITRO-XTEND® (46-0-0) durante el ciclo del cultivo, a los 10, 60 y 110 días después del trasplante.

T3: No se aplicó fertilizante químico (testigo absoluto).

6.5 Diseño experimental

Se utilizó el método t de student para muestras independientes con nivel de significancia al 5%, el cual se recomienda utilizar al cumplirse las siguientes circunstancias: cuando las unidades experimentales son muy heterogéneas (pero hay similitud entre parcelas contiguas o las unidades experimentales están relacionadas), cuando se tiene un reducido número de unidades experimentales, cuando es posible aparear (Rodríguez V. , 2000).

6.6 Modelo estadístico

Se empleó la prueba de hipótesis para muestras independientes, con el fin de comprobar el comportamiento de los tres tratamientos a estudiar mediante el empleo de la distribución “t de student (t)”. Reyes, P. (1982), en su libro denominado diseño de experimentos aplicados recomienda la aplicación de la siguiente fórmula para analizar las medias de dos poblaciones con el diseño de parcelas apareadas:

$$t = \frac{\text{promedio de las diferencias}}{\text{error estándar de la media}} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

6.7 Unidad experimental

6.7.1. Área del experimento. Cada tratamiento ocupó una dimensión de 144m² (12m x 12m). Se establecieron 64 plantas de chile siete caldos por tratamiento, distanciadas a 1.5 metros entre surco y 1.5 metros entre plantas. En total se ocupó una superficie de 480 m² para el experimento.

6.7.2. Sub parcela bruta. La parcela bruta comprendió de 64 plantas de chile siete caldos, distanciados a 1.5 m entre planta y 1.5 m entre surco. Se empleó la parcela bruta para evitar la interacción entre tratamientos. La parcela neta consistió de 36 plantas.

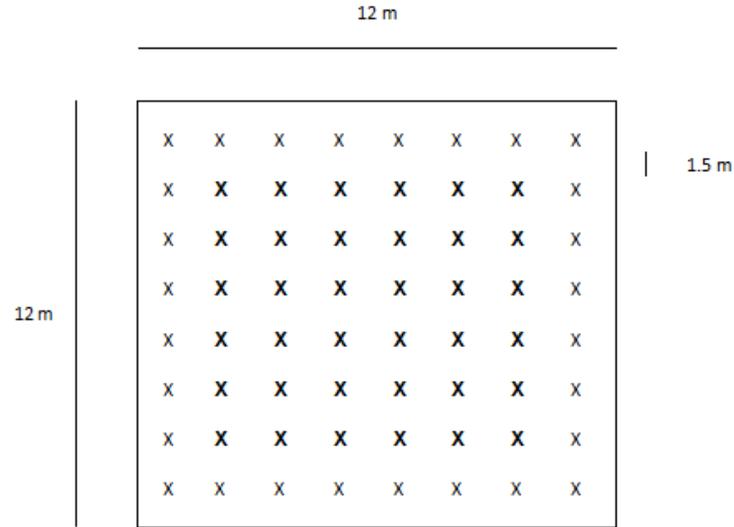


Figura 1. Croquis de sub parcela bruta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

6.8 Croquis de campo

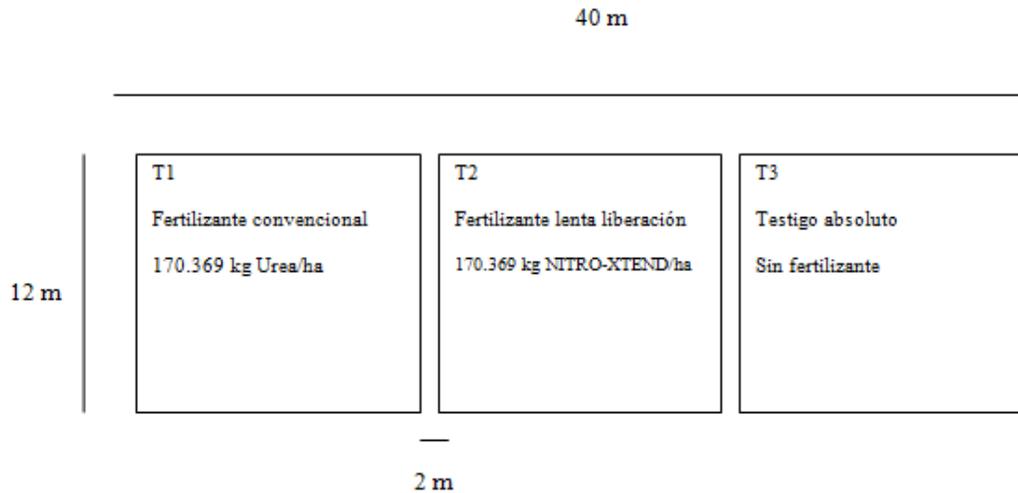


Figura 2. Croquis de campo, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

6.9 Manejo del experimento

Las plantas del experimento fueron establecidas bajo la sombra de especie de *Alnus* sp. debido a que la radicación requerida por la planta es regulada, como lo menciona Pérez y Castro (2010), el sistema de producción a campo abierto consiste en establecer una plantación bajo la sombra de algunos árboles de pino, aguacate, durazno u otra especie forestal o frutal, de tal manera que regulen la radiación requerida por la planta.

6.9.1. Selección de la semilla. Se seleccionaron 30 frutos de una misma planta nativa, los frutos seleccionados se mostraron completamente maduros de color amarillo intenso, libres de plagas y enfermedades. La extracción de la semilla se realizó de forma manual y se conservaron en bolsas de papel. La recolección se realizó a inicios del mes de marzo en el municipio de Santa Clara La Laguna del departamento de Sololá.

6.9.2. Semillero. Se colectó tierra, broza y arena y se procedió a hacer la mezcla en proporción 2:1:1 respectivamente. Posterior a la mezcla del sustrato, se realizó la desinfección de los sustratos con agua hirviendo. Se utilizaron bolsas de polietileno de 7"x2.5"x1.5mm.

Las semillas fueron sembradas el 18 de marzo del 2018 (día 0) y se logró un porcentaje de germinación de 60.25% el 26 de abril del 2018 (día 38).

6.9.3. Preparación del terreno. Se realizó una limpia del terreno con azadón y machete, posteriormente se realizó el trazado y ahoyado distanciando 1.5m entre plantas y 1.5m entre surcos.

6.9.4. Trasplante. Se realizó cuando la planta alcanzó de 25 a 35 cm de altura y/o con desarrollo de nueve a 11 hojas verdaderas. Fueron trasplantadas al campo definitivo el 29 de julio del 2018 (día 133).

6.9.5. Aporque. Se realizó con la finalidad de proporcionar soporte y proveer de mayor humedad para lograr mayor vigor de la planta, esta práctica se realizó al momento del trasplante y después de cada fertilización.

6.9.6. Control de malezas. Se realizó con machete y azadón a cada 45 días a partir del establecimiento de las plantas al campo definitivo.

6.9.7. Fertilización. Se extrajo una muestra de suelo que fue enviada a un laboratorio de suelos para su respectivo análisis, los resultados obtenidos fueron: pH de 5.58 (rango adecuado 5.5 a 7.5), % materia orgánica 2.33 (rango adecuado 2% a 4%), saturación de bases de Ca y Mg adecuados, además los niveles de los macronutrientes fueron superiores (0 kg N/ha, 160 kg P₂O₅/ha y 2024 kg K₂O/ha) al requerimiento del cultivo (78.37 kg N/ha, 42.29 kg P₂O₅/ha y 110.09 kg K₂O/ha) a excepción del N.

Finalmente para suplir las necesidades nutricionales del cultivo se aplicó 170.369 kg de Urea (46-0-0)/ha en el T1 (FC), 170.369 kg NITRO-XTEND[®] (46-0-0)/ha en el T2 (FLL) y no se aplicó fertilizante químico en el T3 (SF). Las aplicaciones fueron realizadas en tres momentos, la primera a los 10 días después del trasplante (ddt) y las siguientes dos a los 60 y 110 ddt.

Para dicho cálculo se contempló una profundidad radicular de 0.7 m, también se empleó un factor de conversión de 2.29 de transformar los valores de P a P₂O₅ y otro con valor de 1.2 para convertir de K a K₂O.

6.9.8. Cosecha. Se llevó a cabo tres meses después del trasplante, se realizaron colectas cada 3 días durante los meses de octubre a marzo.

6.10 Variables respuesta

6.10.1 Caracterización agromorfológica del chile siete caldos (*Capsicum pubescens*). Se empleó la guía “Descriptores para Capsicum” que recomienda El Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos o por sus siglas IPGRI (1995), con el fin de sistematizar el proceso de caracterización de especies del género Capsicum. Se utilizaron descriptores para plántula, planta adulta, inflorescencia, fruto y semillas.

Los criterios para la recolección de 37 características morfológicas, se agruparon en cuadros clasificados de la siguiente manera: cinco descriptores para la plántula, once para planta madura, cuatro para inflorescencia, doce para fruto y cinco para semilla. Además se emplearon

catorce figuras que mejoraron los criterios de recolección de datos. En total fueron 51 características agromorfológicas identificadas en el presente estudio.

6.10.5 Rendimiento del fruto (g/planta). Se realizó por tratamiento la lectura de número de frutos por planta y peso promedio de frutos sobre 30 frutos elegidos al azar. De la multiplicación resultó el rendimiento del fruto (g/planta) y posteriormente se obtuvo un promedio por tratamiento.

6.10.6 Bromatología del fruto. Se enviaron muestras de fruto maduro por tratamiento (coloración completamente amarilla) al laboratorio bromatológico de la facultad de medicina, veterinaria y zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), que posteriormente determinó el contenido nutricional de los frutos por tratamiento.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico. Los datos cualitativos (características propias de la especie como pubescencia, hábito de crecimiento, color y forma de tallo, hoja, flor, fruto y semilla) no se analizaron estadísticamente debido a que se presentaron igual para los tres tratamientos. Por otro lado las variables cuantitativas (dimensiones de tallo, hoja, fruto y semillas) se mostraron diferentes por tratamiento por esa razón se analizaron estadísticamente empleando la prueba t de student con nivel de significancia del 5% para muestras independientes.

El rendimiento (g/planta) fue analizado por medio de la prueba t de student para muestras independientes al nivel de significancia del 5%.

Los resultados bromatológicos de los frutos fueron comparados y analizados de una manera matemática, debido a que únicamente se contó con un valor para cada tratamiento.

6.11.2 Análisis económico. Se estimaron costos de producción por tratamiento y los beneficios económicos de la comercialización de la fruta de chile siete caldos, tomando como referencia el precio en el mercado local. A partir de dicha información fue posible determinar la relación beneficio costo y rentabilidad de cada tratamiento.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Características agromorfológicas

Se observaron y analizaron 51 características morfológicas, las cuales se obtuvieron a partir del empleo de la guía “Descriptores para Capsicum” propuesta por el Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos o por sus siglas en inglés IPRGI para caracterizar materiales del género Capsicum.

Fueron seis descriptores para plántula, 15 para planta adulta, siete para inflorescencia, 18 para fruto y cinco para semilla, que a su vez se dividieron en características cualitativas y cuantitativas.

Las características cualitativas (ej. color, forma) se mostraron constantes en los tres tratamientos, esto se debe a que las características que son propias de la especie no varían según el nivel de nutrición a la que se encuentren. Por otro lado, las características cuantitativas (ej. tamaños, pesos) mostraron diferentes promedios de acuerdo al tipo de tratamiento.

7.1.1 Descriptores para plántula. De los seis descriptores para plántula, cuatro son cualitativos y dos cuantitativos.

Las características se registraron de una forma general para describir la especie, debido a que el manejo agronómico durante el vivero hasta el trasplante fue el mismo para las plantas de los tres tratamientos. En la siguiente tabla se muestra la información colectada en plántula:

Tabla 2.

Características observadas en plántula, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	RESULTADOS
1 Color del hipocótilo	Morado
2 Pubescencia del hipocótilo	Densa
3 Color de la hoja cotiledónea	Verde
4 Longitud de hoja cotiledónea	11.4 mm
5 Ancho de hoja cotiledónea	3.45 mm
6 Forma de la hoja cotiledónea	Elongada-deltaide

El valor de longitud y ancho de la hoja cotiledónea es el promedio de 30 plántulas al azar que presentaron hoja cotiledónea completamente desarrollada a los 38 días después de la siembra.

Los resultados mostrados en el cuadro anterior, son similares a los registrados en el estudio realizado por Martínez (2013), en el cual caracteriza su colecta FMC con hoja cotiledónea de color verde, hoja cotiledónea con forma lanceolada, hipocótilo color morado y pubescencia densa del hipocótilo.

Azurdia (2014) menciona que los materiales de la especie *C. pubescens* no se pueden cruzar con ninguna especie del género *Capsicum*. Por esa razón se presume que existe poca variación en las características que presentan estos materiales en Guatemala.

7.1.2 Descriptores para planta adulta. De los 15 descriptores para planta adulta, nueve fueron cualitativos y seis cuantitativos.

Tabla 3.

Características cualitativas observadas en planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	FERTILIZANTE CONVENCIONAL (FC)	FERTILIZANTE LENTA LIBERACIÓN (FLL)	SIN FERTILIZANTE (SF)
1 Color del tallo	Morado	Morado	Morado
2 Forma del tallo	Angular	Angular	Angular
3 Densidad de hojas	Densa	Densa	Densa
4 Color de hojas	Verde Oscuro	Verde Oscuro	Verde Oscuro
5 Margen de la lámina foliar	Ciliada	Ciliada	Ciliada
6 Pubescencia del tallo	Densa	Densa	Densa
7 Hábito de crecimiento	Postrado	Postrado	Postrado
8 Forma de la hoja	Lanceolada	Lanceolada	Lanceolada
9 Pubescencia de la hoja	Densa	Densa	Densa

En planta adulta se realizaron lecturas sobre tallos (color, forma, pubescencia), hojas (densidad de hojas, color de hoja, margen de la hoja, pubescencia, forma) y hábito de crecimiento de la planta. Todas las características que conforman este grupo fueron constantes para los tres tratamientos, tal y como se muestra en la tabla anterior (tabla 3).

Las características observadas son respaldadas por Azurdia (2014) quien describe la especie *Capsicum pubescens* como una planta perenne, con hábito de crecimiento postrado y con pubescencia abundante en tallos y hojas.

Vale la pena resaltar que el hábito de crecimiento postrado se presenta como una virtud del material caracterizado, ya que según Solanki *et al* (1986) citado por Martínez (2013), al presentar un hábito de crecimiento del tipo compacto o erecto, la planta tendrá mayor número de ramas principales que se correlaciona positivamente con el rendimiento.

Las fertilizaciones nitrogenadas del T1 (fertilizante convencional) y T2 (fertilizante lenta liberación) no mostraron influencia sobre las características cualitativas de la planta adulta. Pues existen características que son propias de una especie y que su expresión no depende del nivel de nutrición de la misma, más bien son de carácter genotípico tal es el caso que se presenta en la tabla antes vista (tabla 3).

Por otro lado, el comportamiento de las características cuantitativas se mostró diferente entre tratamientos, debido a que el nivel de nutrición sí determina el desarrollo vegetativo en una planta (altura y ancho de planta, largo y diámetro de tallo, largo y ancho de hoja).

En las variables altura y ancho de planta se observaron diferencias estadísticas posicionándose en primer lugar el T2 Fertilización lenta liberación (FLL), en segundo lugar el T1 fertilizante convencional (FC) y en tercer lugar el T3 sin fertilizante (SF) tal como se muestra en la tabla 4.

De igual forma en las variables longitud y diámetro de tallo se mostró estadísticamente mejor el T2 (FLL), seguido del T1 (FC) y T3 (SF) estadísticamente en segunda posición, como se puede observar en la tabla 5.

También las variables longitud y ancho de hoja madura fueron diferentes ya que estadísticamente se posicionó como mejor el T2 (FLL), seguido del T1 (FC) y en última posición el T3 (SF), como se observa en la tabla 6.

Tabla 4.

Altura y ancho de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P	
Altura de la planta (cm)	FC-FLL	FC	18	88.43	121.3976	0.00032393	*
		FLL	18	110.75	372.1838		*
	FC-SF	FC	18	88.43	121.3976	0.00028743	*
		SF	18	73.06	134.9967		*
	FLL-SF	FLL	18	110.75	372.1838	0.00000192	*
		SF	18	73.06	134.9967		*
Ancho de la planta (cm)	FC-FLL	FC	30	146.28	200.9945	0.01067899	*
		FLL	30	154.90	80.2138		
	FC-SF	FC	30	146.28	200.9945	0.00000000	*
		SF	30	78.67	175.9540		*
	FLL-SF	FLL	30	154.90	80.2138	0.00000000	*
		SF	30	78.67	175.9540		*

Tabla 5.

Longitud y diámetro de tallo de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP TOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P	
Longitud de tallo (cm)	FC-	FC	30	16.74	9.2060	0.02884409	*
	FLL	FLL	30	18.34	13.7156		
	FC-SF	FC	30	16.74	9.2060	0.10353666	NS
		SF	30	15.12	14.6258		
	FLL-	FLL	30	18.34	13.7156	0.00615453	**
		SF	SF	30	15.12	14.6258	
Diámetro de tallo (cm)	FC-	FC	30	1.76	0.1003	0.00170883	**
	FLL	FLL	30	2.03	0.0565		
	FC-SF	FC	30	1.76	0.1003	0.66043879	NS
		SF	30	1.73	0.0504		
	FLL-	FLL	30	2.03	0.0565	0.00021655	**
		SF	SF	30	1.73	0.0504	

Tabla 6.

Longitud y ancho de hoja de planta adulta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP	RELA	VARIA	OBSERVA	ME	VARIAN	P	
TOR	CIÓN	BLE	CIONES	DIA	ZA		
Longitud de	FC-	FC	30	13.96	2.9527	0.00362402	**
hoja madura	FLL	FLL	30	15.37	2.6871		
(cm)	FC-SF	FC	30	13.96	2.9527	0.02754431	*
		SF	30	12.88	2.6375		
	FLL-	FLL	30	15.37	2.6871	0.00000013	**
	SF	SF	30	12.88	2.6375		
Ancho de	FC-	FC	30	6.04	0.3942	0.00000019	**
hoja madura	FLL	FLL	30	7.25	0.6646		
(cm)	FC-SF	FC	30	6.04	0.3942	0.00000010	**
		SF	30	4.94	0.2108		
	FLL-	FLL	30	7.25	0.6646	0.00000000	**
	SF	SF	30	4.94	0.2108		

En las tablas anteriores (4, 5 y 6) se puede observar que se mantiene una relación directamente proporcional entre el tamaño de la planta (altura y ancho) con las dimensiones del tallo (diámetro y largo) y las dimensiones de las hojas (largo y ancho). Siendo el mejor en cuanto a desarrollo vegetativo el T2 (FLL) cuyo nitrógeno aplicado fue de lenta liberación, el segundo mejor desarrollo vegetativo fue T1 (FC) con valores de altura y ancho de la planta, largo y ancho de la hoja estadísticamente diferentes comparados al testigo absoluto, aunque en desarrollo de tallo (diámetro y largo) los resultados fueron estadísticamente iguales. Y por último, el menor

desarrollo vegetativo se observó en el testigo absoluto que mostró plantas más pequeñas, las hojas más pequeñas y los tallos menos desarrollados del estudio.

Villota (2014) menciona que el nitrógeno es el motor del crecimiento de las plantas, como constituyente esencial de las proteínas participa en todos los procesos principales de crecimiento de las plantas. También se ha determinado que la disponibilidad de nitrógeno juega un rol clave en la síntesis de fitohormonas como giberelinas o citoquininas.

7.1.3 Descriptores para inflorescencia. Los caracteres de flor: número de flores por axila, color de la corola, forma de la corola, posición de la flor, margen del cáliz y constricción anular del cáliz se mostraron constantes para los tres tratamientos.

Los días a floración fueron variables según el tratamiento, el dato fue obtenido de la siembra de la semilla hasta lograr el 50% de plantas por lo menos con una flor abierta. El mejor tratamiento fue el T1 (FC) con un valor de 167 días después de la siembra (dds), en segundo lugar se posiciona el T2 (FLL) con 189 dds y en último lugar el T3 (SF) con 198 dds.

A continuación se muestra la tabla que resume la información que respecta a inflorescencia:

Tabla 7.

Características observadas en inflorescencia, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	T1 (FC)	T2 (FLL)	T3 (SF)
1 Numero de flores por axila	1	1	1
2 Color de la corola	Morado con base blanca	Morado con base blanca	Morado con base blanca
3 Forma de la corola	Campanulada	Campanulada	Campanulada
4 Posición de la flor (pedicelo)	Erecta	Erecta	Erecta
5 Margen del cáliz	Dentado	Dentado	Dentado
6 Constricción anular del cáliz	Presente	Presente	Presente
7 Días a floración	167	189	198

Los días a floración obtenidos se respaldan con lo demostrado por Martínez (2013), quien sostiene en su estudio de caracterización los siguientes datos: 170.43 días a floración en el material flores blancas (FB), 181.33 días en el material flores moradas entrenudos cortos (FMC) y 185.6 días en el material flores moradas entrenudos largos (FML).

Los tres tratamientos (FLL, FC y SF) mostraron los mismos resultados en el experimento realizado, ya que se observó en todas las plantas una flor por axila, corola color morada con base blanca, forma campanulada de la corola, posición erecta de la flor, margen dentado del cáliz y presencia de la constricción anular del cáliz.

Los resultados coinciden con lo mencionado por Martínez (2013), quien describe uno de los materiales caracterizados en su estudio (FML) de la siguiente manera: posición de la flor erecta, forma de la corola campanulada, color de la corola morada con base blanca, una flor por axila y constricción anular del cáliz presente.

Además Muciño *et al.* (2010), aseguran que la flor de los materiales del género *Capsicum* son hermafroditas, de color violeta o blanco, con uno o dos pedicelos en las axilas y cuya posición puede ser erecta o intermedia.

De la misma manera, Azurdia (2014) sostiene que los materiales de la especie *Capsicum pubescens* presentes en Guatemala presentan una corola color violeta con anteras púrpura.

Conjuntamente la caracterización morfológica conducida en varias localidades de Guatemala por Azurdia *et al.* (2008), sobresale que el 62% de los materiales estudiados presentan pedicelo erecto o intermedio que favorece la polinización cruzada en especies silvestres.

7.1.4 Descriptores para fruto. Los descriptores para fruto constan de once cualitativos y siete cuantitativos. Las características descriptivas fueron constantes para los tres tratamientos, la incorporación de nitrógeno no provocó ningún cambio en el color del fruto en estado inmaduro, color del fruto en estado maduro, número de lóculos por fruto, tipo de epidermis del fruto ni forma del fruto. Los días a fructificación por tratamiento se midieron a partir de la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraron por lo menos un fruto en formación. Siguiendo dicho criterio, únicamente fue posible obtener un valor por tratamiento. El período de fructificación por tratamiento fue medido a partir del primer fruto cuajado hasta la última formación del fruto.

Tabla 8.

Características cualitativas observadas en frutos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	T1 (FC)	T2 (FLL)	T3 (SF)
1 Color del fruto en estado intermedio	Verde con manchas moradas	Verde con manchas moradas	Verde con manchas moradas
2 Días a fructificación	225	234	249
2 Periodo de fructificación (días)	135	132	122
3 Color del fruto en estado maduro	Amarillo	Amarillo	Amarillo
4 Número de lóculos	3	3	3
5 Tipo de epidermis del fruto	Lisa	Lisa	Lisa
6 Forma del fruto	Campanulado y en bloque	Campanulado y en bloque	Campanulado y en bloque
7 Forma del fruto en unión al pedicelo	Truncado	Truncado	Truncado
8 Cuello en la base del fruto	Presente	Presente	Presente
9 Forma del ápice del fruto	Hundido	Hundido	Hundido
10 Apéndice en el fruto	Ausente	Ausente	Ausente
11 Arrugamiento transversal del fruto	Levemente corrugado	Levemente corrugado	Levemente corrugado

La incorporación de fertilizante nitrogenado convencional (T1=Urea) aumentó el período de fructificación trece días y la incorporación de fertilizante nitrogenado de lenta liberación (T2=NITRO-XTEND®) aumentó once días respecto al testigo absoluto.

El vigor obtenido en plantas tratadas con fertilizante nitrogenado (T1 y T2) fue mayor comparado a plantas no fertilizadas (T3). Esta condición resultó en una reducción de los días a fructificación y un aumento del período de fructificación de los T1 (FC) y T2 (FLL) comparados con el T3 (SF).

	Mes	Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic				Ene				Feb			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Siembra																																																
	Días a floración																																																
T1	Días a fructificación																																																
	Período de fructificación																																																
	Días a floración																																																
T2	Días a fructificación																																																
	Período de fructificación																																																
	Días a floración																																																
T3	Días a fructificación																																																
	Período de fructificación																																																

Figura 3. Días a floración, días a fructificación y período de fructificación (días) por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química sobre características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

Los datos cuantitativos del fruto se analizaron estadísticamente por medio de la prueba t de student al 5% de significancia, cuyo resultado se muestra en la tabla 9.

La variable ancho de fruto no presentó diferencias estadísticas entre T1 (FC) y T2 (FLL), los cuales se muestran en primera posición y en segundo lugar el T3 (SF).

La variable largo del fruto fue estadísticamente diferente para los tres tratamientos, siendo el mejor el T2, en segundo lugar el T1 y en tercera posición el T3.

La variable peso promedio de frutos (g) fue mayor para el T2 (FLL), seguido del T1 (FC) y por último el T3 (SF).

La interacción de las tres variables (longitud, ancho y peso del fruto) posicionan como mejor al T2 fertilizante lenta liberación (FLL), en segundo lugar se posiciona el T1 tratado con fertilizante convencional (FC) y en tercer lugar se posiciona el T3 sin fertilizante (SF) como se muestra a continuación:

Tabla 9.

Longitud, ancho y peso de frutos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP TOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P	
Longitud de fruto (cm)	FC-FLL	FC	30	5.19	0.3527	0.00002117	**
		FLL	30	5.77	0.1911		
	FC-SF	FC	30	5.19	0.3527	0.00022103	**
		SF	30	4.60	0.2679		
	FLL-SF	FLL	30	5.77	0.1911	0.00000000	**
		SF	30	4.60	0.2679		
Ancho de fruto (cm)	FC-FLL	FC	30	4.35	0.2998	0.17519142	NS
		FLL	30	4.51	0.1964		
	FC-SF	FC	30	4.35	0.2998	0.00044486	**
		SF	30	3.80	0.1817		
	FLL-SF	FLL	30	4.51	0.1964	0.00000108	**
		SF	30	3.80	0.1817		
Peso de fruto (g)	FC-FLL	FC	30	28.45	7.4042	0.00098505	**
		FLL	30	31.15	7.1377		
	FC-SF	FC	30	28.45	7.4042	0.00178277	**
		SF	30	25.86	5.8962		
	FLL-SF	FLL	30	31.15	7.1377	0.00000003	**
		SF	30	25.86	5.8962		

Gonzales (2011), asegura que existe una relación positiva entre el tamaño de la planta y diámetro del tallo con el rendimiento y calidad de fruto, ya en un su estudio se determinó que la planta con mayor altura (113 cm) y mayor diámetro del tallo (14.2 mm) obtuvo un rendimiento promedio de 8.5 kg/planta/año y peso promedio de fruto de 77g.

Villota, J. (2014) asegura que los distintos niveles de nitrógeno aplicados al cultivo de chile pimiento repercuten en la variable longitud de frutos. Ya que a razón de 180 kg N/ha en su

estudio obtuvo una longitud de 17.19 cm comparado a 16.49 cuando se aplicó 120 kg N/ha, 15.20 cm cuando se aplicó 60 kg N/ha y 13.86 cm cuando no se aplicó nitrógeno. De la misma manera el diámetro del fruto fue variando en la medida que el nitrógeno aplicado fue disminuyendo, ya que en las aplicaciones de 180 y 120 kg N/ha se mostraron los mejores diámetros (6.19, 5.83 cm consiguientemente) y en segundo lugar los tratamientos con menor aporte de nitrógeno 60 y 0 kg N/ha cuyo diámetro fue menor (5.28 y 5.08 cm respectivamente).

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo mencionado por Azurdia et al. (2008), quienes aseguran que los materiales de *C. pubescens* presentes en Guatemala presentan frutos inmaduros de color verde, frutos maduros de color rojo o amarillo, con dimensiones promedio de 6.12 cm de largo y 4.46 cm de ancho.

Tabla 10.

Longitud del pedicelo, espesor de la pared del fruto y longitud de la placenta, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP TOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P	
Longitud de pedicelo de fruto (cm)	FC-FLL	FC	30	2.40	0.0917	0.00000069	**
		FLL	30	2.87	0.0827		
	FC-SF	FC	30	2.40	0.0917	0.03128567	**
		SF	30	2.60	0.1603		
	FLL-SF	FLL	30	2.87	0.0827	0.00075086	**
		SF	30	2.60	0.1603		
Espesor de la pared del fruto (mm)	FC-FLL	FC	30	4.50	0.2241	0.00000405	**
		FLL	30	5.20	0.1828		
	FC-SF	FC	30	4.50	0.2241	0.00000000	**
		SF	30	3.10	0.2138		
	FLL-SF	FLL	30	5.20	0.1828	0.00000000	**
		SF	30	3.10	0.2138		
Longitud de la placenta (cm)	FC-FLL	FC	30	1.90	0.1607	0.11956729	NS
		FLL	30	1.75	0.0695		
	FC-SF	FC	30	1.90	0.1607	0.00000000	**
		SF	30	1.14	0.0756		
	FLL-SF	FLL	30	1.75	0.0695	0.00000000	**
		SF	30	1.14	0.0756		

La longitud del pedicelo del fruto se vio afectada según el tratamiento, dado que el T2 (2.87 cm) se posicionó como mejor seguido del T3 (2.6 cm) y al final el T1 (2.4 cm).

En la variable espesor de la pared del fruto (mm) el T2 mostró un promedio de 5.2 mm, T1 un promedio de 4.5 mm y T3 un promedio de 3.1 mm, los cuales fueron estadísticamente diferentes.

En la variable longitud de la placenta los T1 y T2 se mostraron estadísticamente mejores (1.75 cm y 1.9 cm respectivamente) respecto al testigo (T3) cuyo promedio fue 1.14 cm.

7.1.5 Descriptores para semilla. De los descriptores para semilla, dos variables son de carácter cualitativo (color, superficie de semilla) y tres variables son cuantitativas (diámetro de semilla, número de semillas por fruto y peso de 1000 semillas).

Las características cualitativas (color de la semilla y superficie de la semilla) fueron constantes para los tres tratamientos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Características cualitativas observadas en semillas, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIPTOR	T1 (FC)	T2 (FLL)	T3 (SF)
1 Color de la semilla	Marrón	Marrón	Marrón
2 Superficie de la semilla	Rugosa	Rugosa	Rugosa

En la variable peso de 1000 semillas se consiguió valores diferentes para los tres tratamientos, puesto que en el T1 se obtuvo un peso de 28.981 g, en el T2 de 29.036 g y en el T3 un valor de 28.959 g

Tabla 12.

Características cuantitativas observadas en semillas, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP TOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P		
Diámetro de semilla (mm)	FC-FLL	FC	30	5.17	0.2816	0.046982	**	
		FLL	30	5.42	0.1177			
	FC-SF	FC	30	5.17	0.2816	0.000000	**	
		SF	30	4.25	0.1336			
	FLL-SF	FLL	30	5.42	0.1177	0.000000	**	
		SF	30	4.25	0.1336			
Número de semillas por fruto	FC-FLL	FC	30	36.53	35.2230	0.416897	NS	
		FLL	30	35.40	30.5931			
	FC-SF	FC	30	36.53	36.60	35.2230	0.969676	NS
		SF	30	36.60	27.0759			
	FLL-SF	FLL	30	35.40	35.40	30.5931	0.422043	NS
		SF	30	36.60	36.60	27.0759		

En el descriptor diámetro de semilla (mm) el mejor tratamiento fue T2 (FLL), en segundo lugar se posiciona el T1 (FC) y por último el T3 (SF). El diámetro de la semilla se encuentra directamente relacionado con el tamaño del fruto del cual se obtuvo.

La variable número de semillas por fruto no se mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, el número de semillas se mantuvo en un rango entre 20 a 50 por fruto para los tres tratamientos y los promedios fueron los que se muestran en la tabla 12.

7.2 Rendimiento (g/planta)

La variable rendimiento (g/planta) se determinó a partir del peso promedio de los frutos por tratamiento y del promedio de frutos por planta por tratamiento,

En la tabla 13 se puede observar que el T2 fertilización lenta liberación (FLL) se posiciona en el primer lugar en cuanto a número de frutos por planta con un valor de 16.9 que supera estadísticamente a los tratamientos 1 y 2, cuyos promedios de 13.53 y 12.97 respectivamente se posicionan en segundo lugar.

En la tabla nueve se muestra que el peso promedio de frutos para el T1 es igual a 28.45 g, para T2 es igual a 31.15 g y para T3 es igual a 25.86 g.

Tabla 13.

Rendimiento (frutos/planta y g/planta) por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

DESCRIP TOR	RELA CIÓN	VARIA BLE	OBSERVA CIONES	ME DIA	VARIAN ZA	P	
Número de frutos/planta	FC-FLL	FC	30	13.53	25.09	0.0157610	**
		FLL	30	16.90	24.99		
	FC-SF	FC	30	13.53	25.09	0.6335474	NS
		SF	30	12.97	19.83		
	FLL-SF	FLL	30	16.90	24.99	0.0022759	**
		SF	30	12.97	19.83		
Rendimiento (g/planta)	FC-FLL	FC	30	385.02	20303.91	0.0011341	**
		FLL	30	526.44	24248.02		
	FC-SF	FC	30	385.02	20303.91	0.1331826	NS
		SF	30	335.32	13258.72		
	FLL-SF	FLL	30	526.44	24248.02	0.0000046	**
		SF	30	335.32	13258.72		

En cuanto a rendimiento el mejor fue el T2 fertilizante lenta liberación (FLL) con un valor de 526.44 g/planta. En segundo lugar se posicionan los T1 fertilizante convencional (FC) y T3 sin fertilizante (SF) cuyos valores de 385.02 g/planta y 336.44 g/planta no mostraron diferencia estadística, tal como se muestra a continuación:

Salazar y Juárez (2012), argumentan que el rendimiento y la calidad de los cultivos depende de varios factores, los internos de la planta que están determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, las características del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad del agua, factores nutrimentales, la técnica de producción y los factores bióticos.

Según Villota (2014), el nitrógeno es el nutriente que más limita las cosechas a nivel mundial, es por ello que es el más utilizado para fertilizar. Esto tiene implicaciones en contaminación ambiental por nitratos, y en consecuencia, la aplicación de dosis y frecuencia correcta de este nutriente es fundamental para el desarrollo sustentable de los cultivos.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Ruiz (2015), quien menciona que la fertilización nitrogenada no muestra diferencias significativas entre tratamientos respecto a la calidad de frutos, sin embargo en su ensayo el T5 (200 kg N/ha) destacó matemáticamente en peso (8.99 t/ha de primera, 12.16t/ha de segunda y 4.34 t/ha de tercera) respecto a los demás.

Villota (2014) afirma que el rendimiento de frutos (kg/ha) del chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) se relaciona con el nivel de nitrógeno aportado. En su estudio posiciona en primer lugar el tratamiento con aporte de 180 kg N/ha con un rendimiento de 44024 kg de fruto/ha, en segundo lugar se posiciona el aporte de 120 kg N/ha con un rendimiento de 36252.6 kg de fruto/ha, en tercer lugar se ubica el aporte de 60 kg N/ha el cual resultó en 32311.9 kg de fruto/ha y en último lugar el testigo absoluto con un rendimiento de 29645.5 kg/ha.

Ramos et al. (2002), asegura que el rendimiento de fruto y la eficiencia en la absorción del N son afectados significativamente por el N aplicado. Al aumentar la disponibilidad de N en el suelo, disminuye la eficiencia de uso de este nutrimento, por esa razón los autores recomiendan aplicar 120 kg de N/ha para obtener el máximo rendimiento (28 t/ha).

7.3 Análisis bromatológico

Se enviaron tres muestras de fruto al laboratorio bromatológico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su respectivo análisis. Por tratamiento se obtuvo el % de humedad (Agua), % materia seca total (M.S.T.), % de grasas (E.E.), % fibra cruda (F.C.), % de proteína, % minerales (CENIZAS) y % de carbohidratos (E.L.N.), tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 14.

Resultado del análisis bromatológico en frutos maduros, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

		BASE	AGUA	MST	EE	FC	PROTE	CENIZ	ELN
			(%)	(%)	(%)	(%)	ÍNA (%)	AS (%)	(%)
T1	(FC)	SECA	90.73	9.27	4.68	21.58	19.56	7.48	46.69
		COMO			0.43	2.00	1.81	0.69	
		ALIMENTO							
T2	(FLL)	SECA	88.32	11.68	3.69	16.60	14.91	7.57	57.22
		COMO			0.43	1.94	1.74	0.88	
		ALIMENTO							
T3	(SF)	SECA	89.61	10.39	3.30	20.60	16.10	8.64	51.35
		COMO			0.34	2.14	1.67	0.90	
		ALIMENTO							

Fuente: Laboratorio bromatológico de la facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la USAC, 2019.

Los resultados del análisis bromatológico mostraron el efecto de las fertilizaciones nitrogenadas sobre las características bromatológicas de frutos del chile siete caldos (*C. pubescens*). En el T2 (FLL) la disponibilidad de nitrógeno fue prolongada y por ello el porcentaje de materia seca fue mayor a los otros dos tratamientos mientras que el porcentaje de proteína fue el menor del experimento, además en el T1 (FC) los valores encontrados en materia seca y proteína fueron intermedios y finalmente el T3 (SF) mostró el menor valor de materia seca pero el mayor porcentaje de proteína.

Rodríguez y Flores (2004), aseguran que una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos.

Además Mengel y Kirkby (1987) citados por Ruiz (2015) ubican al nitrógeno como el cuarto elemento más abundante en la materia seca de los vegetales, después del carbono, hidrógeno y oxígeno; y lo reconocen como el nutriente más limitante de las plantas, al participar en la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos.

Así mismo Ruiz (2015) en su estudio sostiene que la fertilización nitrogenada afecta significativamente las variables del crecimiento del cultivo de pimiento, ya que en su estudio obtuvo mayor desarrollo de materia seca en hojas, tallos y frutos a medida que aplicó mayor cantidad de N, dicho estudio concluye que aplicando 180 kg de N/ha se puede obtener un rendimiento de 17.61 T/ha de chiles pimientos.

De la misma manera, Ruiz (2015), sostiene que el aporte de 200 kg N/ha es el adecuado y justo para obtener mayor porcentaje de materia seca (14.9). Ya que en los demás tratamientos cuyo aporte al suelo fue menor (0, 50, 150 kg N/ha) los niveles de materia seca fueron menores, esto debido a que los niveles de nitrógeno no fueron los suficientes para el desarrollo óptimo de los órganos de la planta. Y para tratamientos con mayor aporte de nitrógeno 250 y 300 kg/ha el contenido de materia seca también mostró valores inferiores (13.55 y 13.78 % de materia seca respectivamente) al mejor tratamiento, esto se debió al mayor crecimiento vegetativo que tuvo impacto negativo en la formación de tejido reproductivo (fruto).

Los datos obtenidos del laboratorio bromatológico se compararon con los registrados en chiles comerciales como el chile jalapeño fresco y el chile pimiento rojo fresco, cuyos valores se presentan a continuación:

Tabla 15.
Bromatología de chiles comerciales en Guatemala, INCAP, 2012.

NOMBRE	AGUA (%)	MST (%)	EE (%)	FC (%)	PROTEÍN A (%)	CENIZAS (%)	ELN (%)
Chile Jalapeño fresco	92.3	7.7	0.1		1.2		5.3
Chile pimiento rojo fresco	92.21	7.79	0.3	2	0.99	0.43	6.03

Fuente: INCAP, 2012.

Es importante señalar que es sobresaliente la diferencia en el % de proteína para el chile siete caldos con valores superiores a 1.67% comparado a 1.2% del chile jalapeño fresco y a 0.99% del chile pimiento rojo.

De la misma manera el contenido de extracto etereo (grasas) obtenidos para el chile siete caldos son superiores (entre 0.34% a 0.43%) a los chiles comerciales (0.1% para chile jalapeño fresco y 0.3% para chile pimiento rojo).

Molina, Curley y Bressani (1997) citados por Azurdia et al. (2008), aseguran que el contenido nutricional de las hortalizas introducidas es más bajo que el de las hortalizas nativas. Como sucede con los materiales tradicionales de chile que crecen en condiciones de maleza y que se diferencian notablemente de aquellos que ya fueron sometidos a cultivo en los siguientes aspectos: poseen mayor contenido de kcal/g, mayor contenido de fibra cruda, menor contenido de carotenos, menor contenido de ácido ascórbico y de humedad.

7.4 Analisis económico

Se realizó un análisis de costos de producción por tratamiento en el cual se detallaron egresos e ingresos, a partir de los cuales se obtuvo la utilidad y la rentabilidad por hectárea. Los valores se expresan en quetzales guatemaltecos, el valor de las ocho horas de trabajo (jornal) fue de Q90.16.

EL tratamiento con mayor rentabilidad fue el T2 (FLL), seguido del T3 (SF) y en tercer lugar el T1 (FC) cuya rentabilidad fue la menor del experimento.

Tabla 16.

Ingresos, egresos, utilidad y rentabilidad por tratamiento, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

CONCEPTO	VALOR (Q)		
	T1 (FC)	T2 (FLL)	T3 (SF)
Ingresos	Q 19,846.48	Q 24,789.77	Q 19,010.38
Egresos	Q 12,499.59	Q 12,612.09	Q 11,027.21
Utilidad	Q 7,346.89	Q 12,177.67	Q 7,983.17
Rentabilidad (%)	37.02	49.12	41.99

8. CONCLUSIONES

Las fertilizaciones químicas (fertilizante convencional y fertilizante de lenta liberación) no tuvieron efectos sobre las características cualitativas (forma de órganos, color de órganos, pubescencia y hábito de crecimiento) de la especie *Capsicum pubescens* respecto al testigo absoluto, ya que se mostraron constantes para los tres tratamientos. Por otro lado, las características cuantitativas de los diferentes órganos (tallos, hojas, flores, frutos y semillas) de la especie estudiada fueron diferentes según el tratamiento, siendo el mejor el T2 (FLL) cuyo desarrollo vegetativo fue el mayor del experimento, seguido del T1 (FC) cuyo desarrollo vegetativo superó al testigo absoluto (T3) que se encuentra en tercera y última posición.

El mejor rendimiento (g/planta) fue 526.44 correspondiente al T2 (FLL), en segunda posición se encuentran el T1 y T3 con valores de 385.02 y 336.55 respectivamente. La incorporación de nitrógeno de una manera regulada como sucedió con el T2 (FLL) mejoró la efectividad de absorción de este nutriente que resultó en un mayor rendimiento de frutos (g/planta) respecto al T1 (FC) y T3 (SF).

Se determinó que las aplicaciones de fertilizante químico actuaron sobre características bromatológicas del material *C. pubescens*, principalmente se detectaron cambios en el % materia seca y % proteína de cada tratamiento. El T2 (FLL) obtuvo el valor más alto de materia seca y el más bajo de proteína (11.68% y 14.91% respectivamente). El T1 (FC) mostró menor % materia seca (9.27) y mayor % proteína (19.56) respecto al T2. Y T3 (SF) reveló menor % materia seca (10.39) y mayor % proteína (16.10) respecto al T2. Los resultados confirman que a mayor absorción de nitrógeno, para una planta resulta en una mayor concentración de materia seca al igual que una disminución en los contenidos de proteínas en sus frutos.

El tratamiento con mayor rentabilidad fue T2 (FLL) con un valor de 49.12%, seguido del T3 (SF) con 41.99% y por último el T1 (FC) el cual resultó menos rentable (37.02%).

9. RECOMENDACIONES

Realizar caracterizaciones de materiales tradicionales presentes en cada región para conocer sus características y fomentar su uso y consumo, de esa manera promover su conservación.

Determinar las características bromatológicas de chiles inmaduros y maduros para hacer el contraste y recomendar su consumo dependiendo de su aporte en cada estado de madurez.

Determinar el efecto de los macronutrientes sobre las características bromatológicas de los órganos comestibles de diferentes cultivos.

Evaluar los fertilizantes de lenta liberación en cultivos no tradicionales o de exportación.

Evaluar la efectividad de NITRO-XTEND® en cultivos demandantes de nitrógeno.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, Í. (2014). *Preparación y evaluación en suelo de fertilizantes de liberación controlada cubiertos con polímeros biodegradables*. Tesis de grado, Master, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, Bogotá, Colombia.
- Ancín, M. (2011). *Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var *Alubia*) en el distrito de San Juan de Castrovirreyna-Huancaveliaca, Perú*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Castrovirreyna-Huancaveliaca, Perú.
- Ayala, B. (2015). *Caracterización de híbridos de chile manzano*. Tesis de grado, Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas, Toluca, México.
- Azurdia, C. (28 de Agosto de 2014). *Cultivos nativos de Guatemala y bioseguridad del uso de organismos modificados chile (*Capsicum annuum*)*. Recuperado el 30 de Agosto de 2017, de <https://www.google.com.gt/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.bchguatemala.gob.gt/Members/Esolorzano/mis-docs-2014/modulos-de-cultivos-nativos-de-guatemala-y/Modulo%2520Chile.pdf&ved=0ahUKEwjQgJK6gtvWAhUM6CYKHBYBwDecQFggiMAA&usg=AOvVaw0ZJhQIRctURqx0Mf>
- Azurdia, C., García, F., & Ríos, M. (01 de Octubre de 2008). *Guatemala y su biodiversidad*. Recuperado el 5 de Agosto de 2017, de https://www.google.com.gt/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.bchguatemala.gob.gt/Members/Esolorzano/mis-docs-2012/Libro%2520completo-vc-c%2520portada.pdf&ved=0ahUKEwIU4s3a_NrWAhWGNiYKHVgfBZ0QFgg3MAM&usg=AOvVaw1pVVhv3iSW7FdlinC_niBA
- Castro, C. (2011). *Efecto de los fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao*), en vivero, en Santo Domingo de los Tsáchilas, 2011*. Tesis de grado, Ingeniero Agropecuario, Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

- Espinosa, L. (2010). *Cultivo en invernadero, poscosecha y mercado del chile manzano (Capsicum pubescens R y P)*. Tesis de grado, Doctorado, Universidad Autónoma de Chapingo, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Chapingo, México.
- FAO. (01 de Enero de 2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado el 10 de Agosto de 2017, de <https://www.google.com.gt/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fao.org/documents/card/es/c/b0f8bfc5-4c95-54b0-80cd-96b810006037/&ved=0ahUKEwikl9vzgNvWAhWENSYKHagkBK4QFgg3MAM&usg=AOvVaw0wF9XzOj1MZ5mp7BGaxYoj>
- González, M. (2011). *Combinación de sustratos y solución nutritiva en chile manzano (Capsicum pubescens R y P)*. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotécnia, Tesis de grado, Maestría.
- IPGRI, AVRDC, & CATIE. (1995). *Descriptoros para Capsicum (Capsicum spp.)*. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales, Taipéi, Taiwan y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Martínez, I. (2013). *Caracterización morfológica de tres colectas de chile manzano (Capsicum pubescens R y P) de la región sur del estado de México*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM , Tenancingo, México.
- Meléndez, G., & Molina, E. (19 de Julio de 2003). *Fertilizantes: características y manejo*. Recuperado el 15 de agosto de 2017, de <https://es.scribd.com/document/201868692/Fertilizantes-Caracteristicas-y-Manejo>
- Montes, S. (01 de Marzo de 2010). *Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género Capsicum que crecen y se cultivan en México*. Recuperado el 3 de septiembre de 2017, de https://www.google.com.gt/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Capsicum/Informe_Final/Informe%2520final%2520Capsicum.pdf&ved=0ahUKEwid5s-KltvWAhVFySYKHZfFDx0QFggiMAA&usg=AOvVaw3KueOCrUV6FzmDA6Va-IYZ

- Muciño, S., López, M., Flores, F., Chávez, J., Aquino, J., & Ruiz, M. (01 de Marzo de 2010). *Obtención de variedades de chile manzano para el estado de México I fase*. Recuperado el 3 de septiembre de 2017, de https://www.google.com.gt/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.sifupro.org.mx/agendas/002368-002004-OBTENCI%25C3%2593N_DE_VARIEDADES_DE_CHILE_MANZANO_PARA_EL_ESTADO_DE_M%25C3%2589XICO-I_Fase,_Protocolo_2010.doc&ved=0ahUKEwjxqLG_ltvWAhVG4yYKHfsJCuoQFgg
- 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, Universidad de San Carlos, Dirección General de Investigación, Mazatenango, Guatemala.
- Palacios, S. (2007). *Caracterización morfológica de accesiones de Capsicum spp.* Tesis de grado, Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.
- Pardey, C. (2008). *Caracterización y evaluación de accesiones de Capsicum del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y determinación del modo de herencia de la resistencia a Potyvirus (PepDMV)*. Tesis de grado, Doctor, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.
- Pérez, D. (2014). *Efecto de cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización en chile cobanero (Capsicum annuum); San Luis, Petén*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Zacapa, Guatemala.
- Pérez, G., & Castro, B. (2010). *El chile manzano*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma de Chapingo, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Chapingo, México.
- Pérez, M. (2007). *Producción de chile manzano (Capsicum pubescens), bajo fertilización orgánica*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Coahuila, México.

- Pineda, M. (2005). *Caracterización agromorfológica de 36 colectas de Capsicum sp. provenientes de huertos familiares de Alta Verapaz*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Ramirez, R., Berrocal, T., Gonzalez, M., & Aguirre, L. (1999). *Biodiversidad*. México: Primera Edición. Diseño Editorial, S.A.
- Ramos, C., Alcántara, G., Galvis, A., Peña, A., & Martínez, A. (2002). *Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cascara en fertirriego*. Terra Latinoamericana, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Chapingo, México.
- Reyes, H. (2013). *Determinación del comportamiento botánico y agronómico del cultivo de chile Capsicum annum cv. Numex Sandia, bajo las condiciones edafoclimaticas y manejo productivo de la finca agromosa, Esquipulas, Chiquimula*. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Chiquimula, Guatemala.
- Reyes, P. (1982). *Diseño de experimentos aplicados* (Segunda ed.). México: Trillas, S.A.
- Rodríguez, E. (2009). *Efecto de la fertilización química, orgánica y biofertilización sobre la nutrición y rendimiento de ají (Capsicum spp.) en el Valle de Cauca*. Tesis de grado, Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.
- Rodriguez, M., & Flórez, V. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, V. (2000). *Evaluación de la eficiencia del solarizado en el incremento de la productividad del cultivo del ajo en cinco aldeas de Aguacatán, Huehuetenango*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Guatemala, Guatemala.
- Ruiz, J. (2015). *Dosis de fertilización nitrogenada en ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones del Valle de Cañete*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Lima, Perú.
- Salazar, F., & Juarez, P. (2012). *Requerimiento macronamental en plantas de chile (Capsicum annum L.)*. Tesis de grado, Maestría, Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Academica de Agricultura, Nayarit, México.

- Segeplan. (01 de Diciembre de 2010). *Plan de desarrollo Santa Clara La Laguna, Sololá*. Recuperado el 09 de septiembre de 2017, de www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca.../71-solola?...santa-clara-la-laguna
- Solis, D., Lecona, C., Ruiz, N., Ocampo, P., Rodas, J., Gonzales, C., y otros. (Enero de 2017). *Análisis bromatológico del chile siete caldos (Capsicum annuum) cultivados en condiciones de cielo abierto y casa sombra*. Universidad Autónoma de Chiapas; Instituto Tecnológico de Tuxtla; CONACYT, Copainalá, Chiapas, México.
- Tzún, N. (2008). *Evaluación agroeconómica del chile siete caldos (Capsicum pubescens) con dos programas de fertilización en Momostenango, Totonicapán*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango, Guatemala.
- Villota, J. (2014). *Comportamiento agronómico de dos híbridos de pimiento (Capsicum annuum L.) con tres niveles de nitrógeno*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.

11. ANEXOS

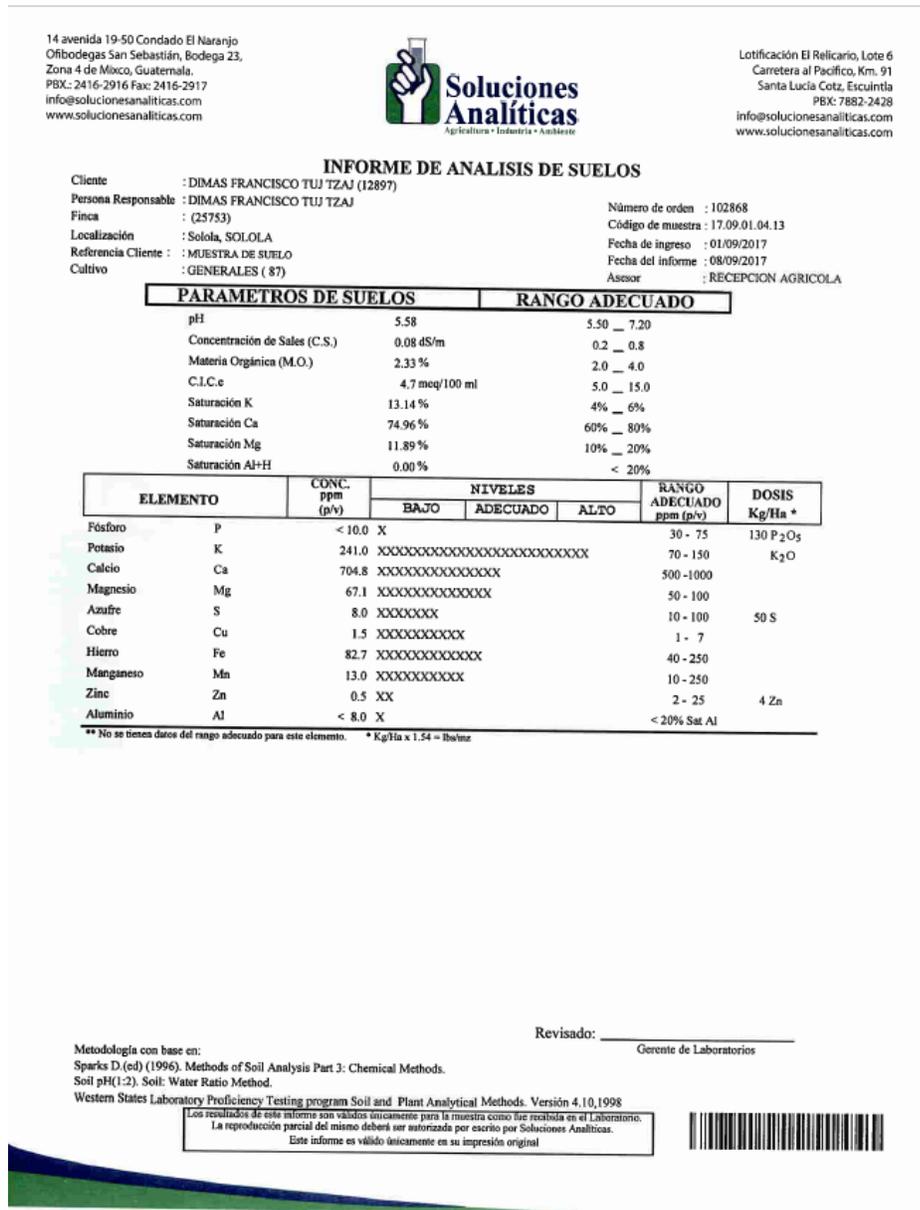


Figura 4. Resultado del análisis químico de suelo, Laboratorio Soluciones Analíticas de Guatemala, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

Tabla 17.
Guía descriptores para plántula, IPGRI, 1995.

CARÁCTER MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Color del hipocótilo (dato evaluado 38 días después de la siembra).	Blanco, verde o morado.
Pubescencia del hipocótilo (dato evaluado 38 días después de la siembra).	Escasa, Intermedia o Densa.
Color de la hoja cotiledónea (dato obtenido de hojas completamente desarrolladas).	Verde claro, Verde, Verde oscuro, Morado claro, Morado, Morado oscuro, Jaspeado (abigarrado), Amarillo u otro.
Longitud de la hoja cotiledónea (mm)	Longitud de 30 hojas cotiledóneas desarrolladas.
Ancho de la hoja cotiledónea (mm)	Ancho de 30 hojas cotiledóneas desarrolladas.

Fuente: IPGRI, 1995.

Tabla 18.
Guía descriptores para planta adulta, IPGRI, 1995.

CARÁCTER MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Color del tallo (Se observó al momento del trasplante).	Verde, verde con rayas púrpura, morado u otro.
Forma del tallo (Se recolectó el dato en el momento del trasplante).	Cilíndrico, angular u achatado (aplastado).
Altura de la planta (cm) (Cuando mostraron por lo menos un fruto maduro.	< 25, 25-45, 46-65, 66-85 o >85.
Ancho de la planta (cm)	Punto más ancho de la planta, en la primera cosecha.
Longitud del tallo (cm)	Del cuello a la primera bifurcación.
Diámetro del tallo (cm)	La parte media hasta la primera bifurcación después de la primera cosecha.
Densidad de hojas	Escasa, intermedia o densa
Color de la hoja (se realizó la lectura en hojas de ramas principales).	Amarillo, verde claro, verde, verde oscuro, morado claro, morado, jaspeado (abigarrado) u otro.
Margen de la lámina foliar.	Entera, ondulada o ciliada
Longitud de la hoja madura (cm).	Se midieron 30 hojas desarrolladas.
Ancho de la hoja madura (cm).	Se midió en la parte más ancha de 30 hojas.

Fuente: IPGRI, 1995.

Tabla 19.
Guía descriptores para inflorescencia, IPGRI, 1995.

CARÁCTER MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Días a la floración	Días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraron por lo menos una flor abierta.
Número de flores por axila	Uno, dos, tres o más, muchas flores en racimo, pero cada una en axila individual (crecimiento fasciculado) u otro (es decir, cultivares con dos flores en la primer axila y con una solamente en la otra)
Color de la corola	Blanco, amarillo claro, amarillo, amarillo-verdoso, morado con la base blanca, blanco con la base púrpura, blanco con el margen púrpura, morado u otro.
Forma de la corola	Redonda, campanulada u otro.

Fuente: IPGRI, 1995.

Tabla 20.
Guía descriptores para fruto, IPGRI, 1995.

CARÁCTER MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Días al a fructificación	Número de días desde el trasplante hasta que el 50% de las plantas mostraron por lo menos un fruto.
Color del fruto en el estado intermedio	Blanco, amarillo, verde, anaranjado, morado, morado oscuro u otro.
Período de fructificación	Días desde el primer cuajado del fruto hasta la última formación del fruto.
Color del fruto en estado maduro	Blanco, amarillo-limón, amarillo-naranja pálido, amarillo-naranja, naranja pálido, naranja, rojo claro, rojo, rojo oscuro, morado, marrón, negro u otro.
Longitud del fruto (cm)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Ancho del fruto (cm)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Peso del fruto (g)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Longitud del pedicelo del fruto (cm)	Promedio de 30 pedicelos de la segunda cosecha.
Espesor de la pared del fruto 25 (mm)	Promedio de 30 frutos maduros de la segunda cosecha.
Número de lóculos	Se observaron frutos de la segunda cosecha.
Tipo de epidermis del fruto	Lisa, semirrugosa o rugosa.
Longitud de la placenta	< ¼ longitud del fruto, ¼ - ½ longitud del fruto o > ½ longitud del fruto.

Fuente: IPGRI, 1995.

Tabla 21.
Guía descriptores para semilla, IPGRI, 1995.

CARÁCTER MORFOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Color de la semilla	Amarillo oscuro, marrón, negro u otro.
Superficie de la semilla	Lisa, áspera o rugosa.
Diámetro de la semilla (mm)	Diámetro de 30 semillas.
Peso de 100 semillas (g)	Semillas frescas extraídas de chiles con madures fisiológica completa.
Número de semillas por fruto	< 20 semillas por fruto, 20-50 semillas por fruto o >50 semillas por fruto.

Fuente: IPGRI, 1995.

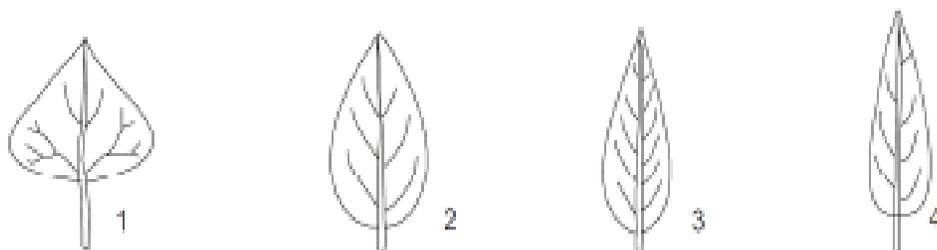


Figura 5. Guía para caracterizar forma de la hoja cotiledónea (1 deltoide, 2 oval, 3 lanceolada, 4 elongada-deltoid) IPGRI, 1995.

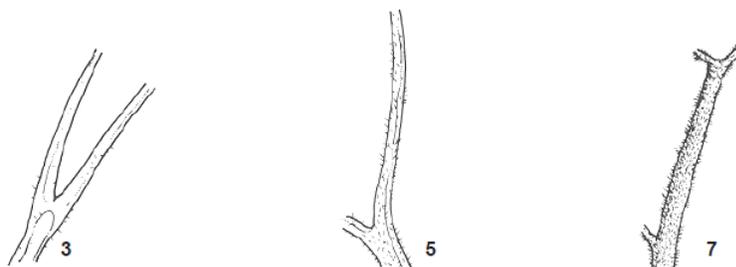


Figura 6. Guía para caracterizar pubescencia del tallo (3 escasa, 5 intermedia y 7 densa) IPGRI, 1995.

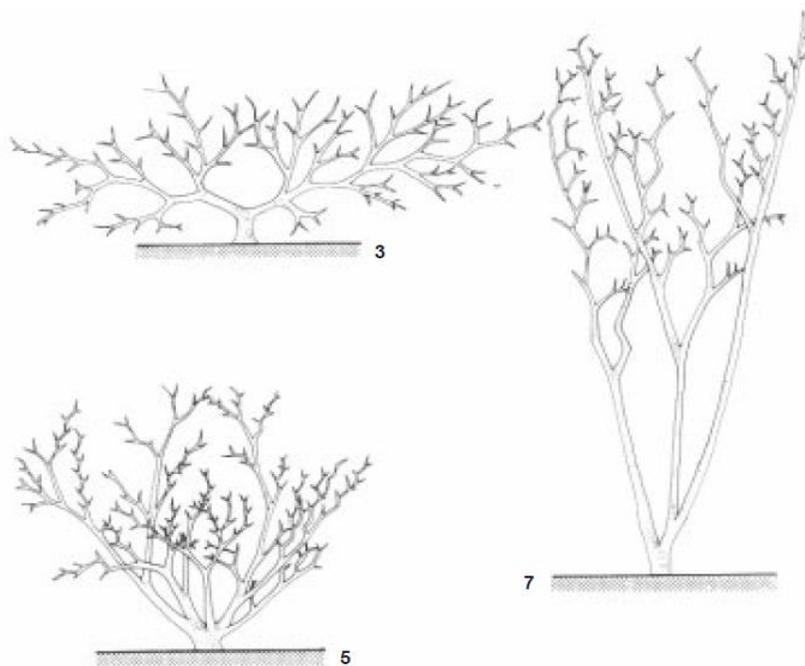


Figura 7. Guía para caracterizar hábitos de crecimiento de la planta (3 postrada, 5 intermedia y 7 erecta) IPGRI, 1995.

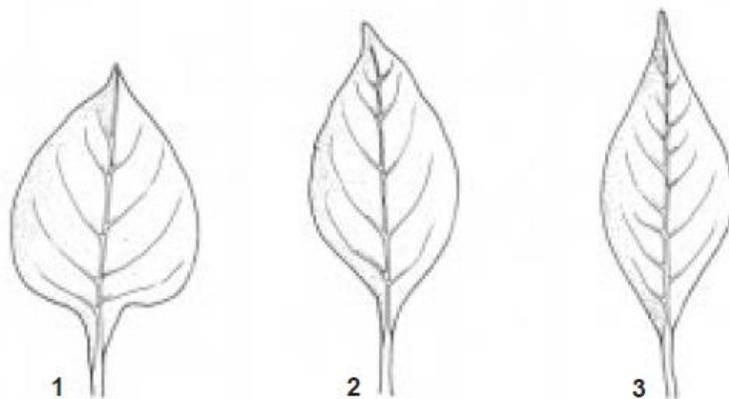


Figura 8. Guía para caracterizar forma de hoja (1 deltoide, 2 oval y 3 lanceolada) IPGRI, 1995.



Figura 9. Guía para caracterizar pubescencia de la hoja (3 escasa, 5 intermedia y 7 densa) IPGRI, 1995.

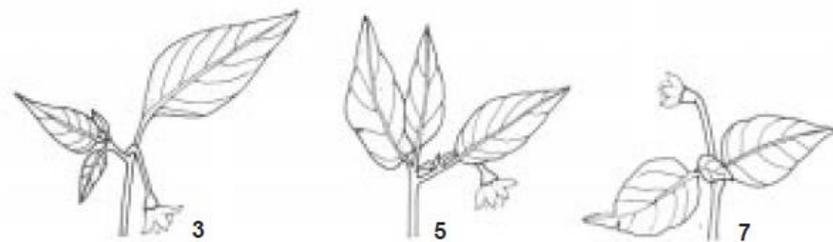


Figura 10. Guía para caracterizar posición de la flor (3 pendientes, 5 intermedia y 7 erecta) IPGRI, 1995.



Figura 11. Guía para identificar margen de cáliz (3 entero, 5 intermedio, 7 dentado), IPGRI, 1995.

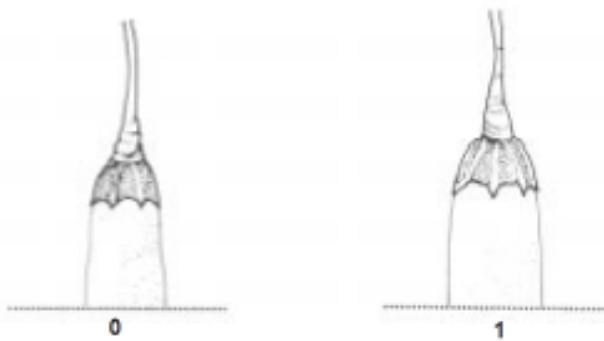


Figura 12. Guía para identificar la constricción anular del cáliz (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.

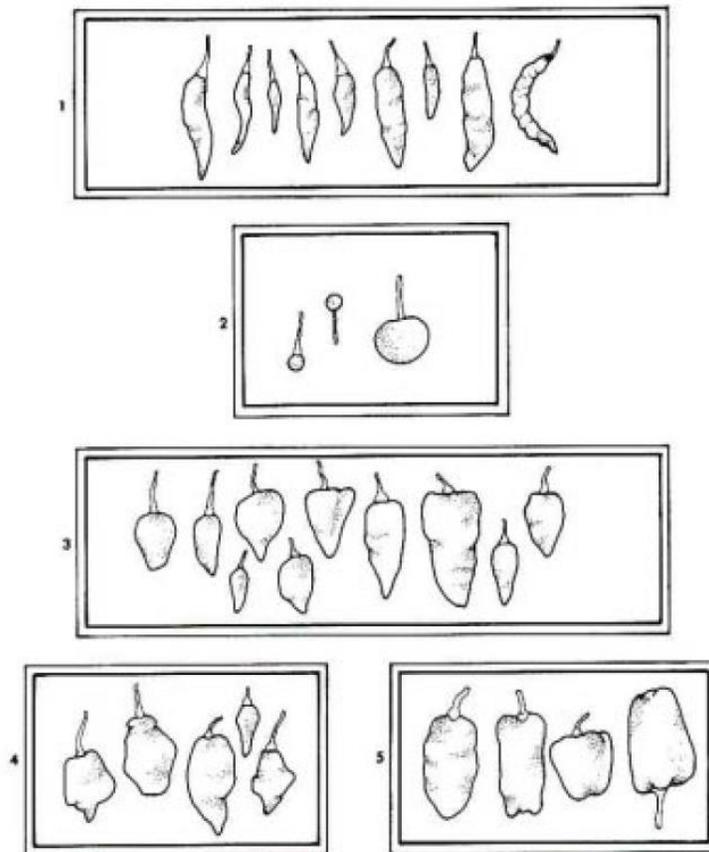


Figura 13. Guía para caracterizar forma del fruto (1 elongado, 2 casi redondo, 3 triangular, 4 campanulado, 5 campanulado y en bloque) IPGRI, 1995.

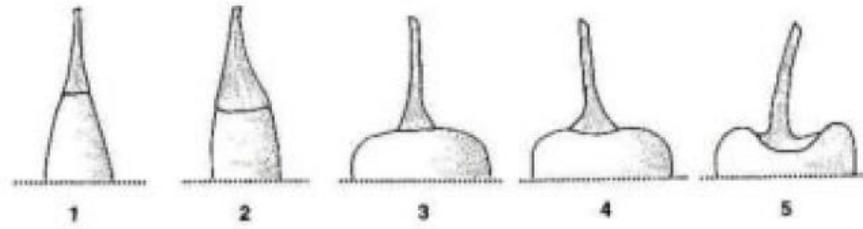


Figura 14. Guía para caracterizar forma del fruto en la unión con el pedicelo (1 agudo, 2 obtuso, 3 truncado, 4 cordado, 5 lobulado), IPGRI, 1995.



Figura 15. Guía para caracterizar cuello en la base del fruto (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.

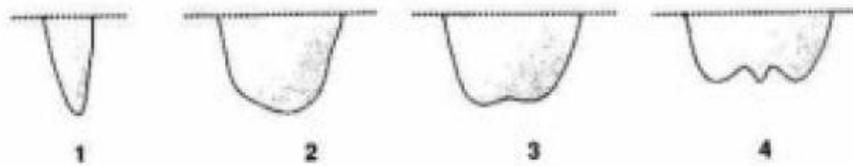


Figura 16. Guía para caracterizar forma del ápice del fruto (1 puntudo, 2 romo, 3 hundido, 4 hundido y puntudo), IPGRI, 1995.

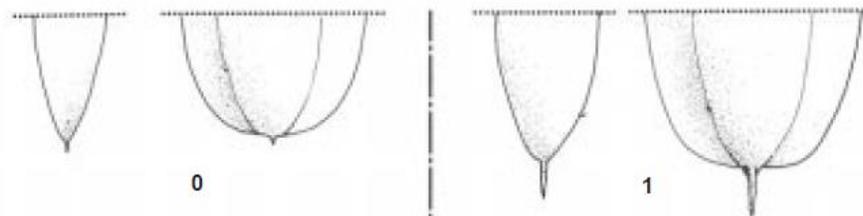


Figura 17. Guía para caracterizar apéndice en el fruto o vestigio de la floración (0 ausente, 1 presente), IPGRI, 1995.

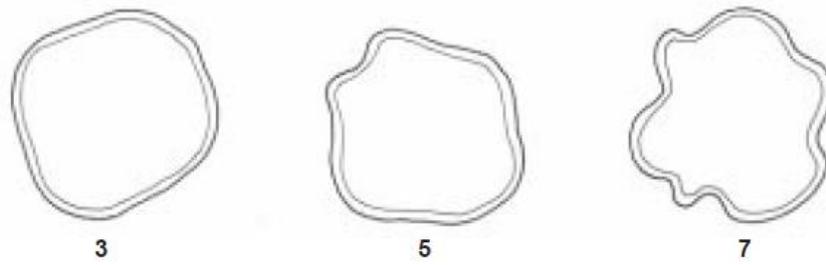


Figura 18. Guía para caracterizar arrugamiento transversal del fruto (3 levemente corrugado, 5 intermedio, 7 muy corrugado), IPGRI, 1995.



Figura 19. Color del hipocótilo, pubescencia del hipocótilo, color de la hoja cotiledónea y forma de hoja cotiledónea, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.



Figura 20. Hábito de crecimiento, densidad de hojas, color de hojas. De izquierda a derecha T1 (FC), T2 (FLL) y T3 (SF), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.



Figura 21. Largo de hoja madura. De izquierda a derecha T1, T2 y T3, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.



Figura 22. Presencia de la constricción anular del cáliz, margen dentado del cáliz, flor con posición erecta, forma campanulada de la corola, color morado con base blanca de la corola, una flor por axila mostrados en los tres tratamientos, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.



Figura 23. Color del fruto en estado inmaduro, color del fruto en estado maduro, número de lóculos por fruto, forma del fruto (T1, T2 y T3), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

B
TII

Edificio M6, 2
Ciudad de Gt.
Telefax: 2411
E-mail: bromo

Solicitado por:

DIMAS FRANCISCO TUY.

Dirección

CIUDAD, GUATEMALA.

No. 103

Fecha de recibida la muestra:

19-03-2019.

Fecha de realización:

DEL 25 AL 29-03-2019.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %
176	MUESTRA 1	SECA	90.73	9.27	4.68	21.58	19.56	7.48	46.69	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.43	2.00	1.81	0.69	---	---	---	---	---	---	---	---	---
177	MUESTRA 2	SECA	88.32	11.68	3.69	16.60	14.91	7.57	57.22	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.43	1.94	1.74	0.88	---	---	---	---	---	---	---	---	---
178	MUESTRA 3	SECA	89.61	10.39	3.30	20.60	16.10	8.64	51.35	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	0.34	2.14	1.67	0.90	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	COMO ALIMENTO	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista

Resultados 2019/103
29/03/19

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología



Figura 24. Resultados bromatológicos de frutos del chile siete caldos obtenidos del laboratorio bromatológico de la facultad de medicina, veterinaria y zootecnia de la USAC, estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (*C. pubescens*); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

Tabla 22.

Costos de producción por hectárea del TI (Fertilizante convencional), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /HA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
EGRESOS				Q 12,499.59
Insumos agrícolas				Q 1,150.25
Frutos recolectados para semilla	Unidad	694	Q 0.25	Q 173.50
Bolsas de polietileno 7x2.5x1.5	Millar	4.45	Q 55.00	Q 244.75
Arena para sustrato	Metro cúbico	0.63	Q 150.00	Q 94.50
Fertilizante químico Urea (46-0-0)	Saco de 45.45 kg	3.75	Q 170.00	Q 637.50
Mano de obra				Q 11,349.34
Preparación de semilla	Jornal	0.25	Q 90.16	Q 22.54
Recolección de suelo para sustrato	Jornal	0.37	Q 90.16	Q 33.36
Recolección de broza para sustrato	Jornal	0.5	Q 90.16	Q 45.08
Preparación del sustrato	Jornal	0.12	Q 90.16	Q 10.82
Llenado de bolsas	Jornal	5.55	Q 90.16	Q 500.39
Siembra de semillas	Jornal	1.39	Q 90.16	Q 125.32
Riego en vivero	Jornal	2.96	Q 90.16	Q 266.87
Control de malezas en vivero	Jornal	2.77	Q 90.16	Q 249.74
Limpia del terreno	Jornal	14	Q 90.16	Q 1,262.24
Trazado	Jornal	2.89	Q 90.16	Q 260.56
Ahoyado	Jornal	18.52	Q 90.16	Q 1,669.76
Establecimiento de plantas	Jornal	13.89	Q 90.16	Q 1,252.32
Fertilización	Jornal	9.26	Q 90.16	Q 834.88
Aporque	Jornal	4.63	Q 90.16	Q 417.44
Control de malezas en campo	Jornal	21	Q 90.16	Q 1,893.36
Cosecha	Jornal	27.78	Q 90.16	Q 2,504.64
INGRESOS				Q 19,846.48
Frutos vendidos	Unidad	60140.85	Q 0.33	Q 19,846.48
UTILIDAD				Q 7,346.89
RENTABILIDAD (%)				37.02

Tabla 23.

Costos de producción por hectárea del T2 (fertilizante lenta liberación), estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /HA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
EGRESOS				Q 12,612.09
Insumos agrícolas				Q 1,262.75
Frutos recolectados para semilla	Unidad	694	Q 0.25	Q 173.50
Bolsas de polietileno 7x2.5x1.5	Millar	4.45	Q 55.00	Q 244.75
Arena para sustrato	Metro cúbico	0.63	Q 150.00	Q 94.50
Fertilizante químico NITROXTEND (46-0-0)	Saco de 45.45 kg	3.75	Q 200.00	Q 750.00
Mano de obra				Q 11,349.34
Preparación de semilla	Jornal	0.25	Q 90.16	Q 22.54
Recolección de suelo para sustrato	Jornal	0.37	Q 90.16	Q 33.36
Recolección de broza para sustrato	Jornal	0.5	Q 90.16	Q 45.08
Preparación del sustrato	Jornal	0.12	Q 90.16	Q 10.82
Llenado de bolsas	Jornal	5.55	Q 90.16	Q 500.39
Siembra de semillas	Jornal	1.39	Q 90.16	Q 125.32
Riego en vivero	Jornal	2.96	Q 90.16	Q 266.87
Control de malezas en vivero	Jornal	2.77	Q 90.16	Q 249.74
Limpia del terreno	Jornal	14	Q 90.16	Q 1,262.24
Trazado	Jornal	2.89	Q 90.16	Q 260.56
Ahoyado	Jornal	18.52	Q 90.16	Q 1,669.76
Establecimiento de plantas	Jornal	13.89	Q 90.16	Q 1,252.32
Fertilización	Jornal	9.26	Q 90.16	Q 834.88
Aporque	Jornal	4.63	Q 90.16	Q 417.44
Control de malezas en campo	Jornal	21	Q 90.16	Q 1,893.36
Cosecha	Jornal	27.78	Q 90.16	Q 2,504.64
INGRESOS				Q 24,789.77
Frutos vendidos	Unidad	75120.5	Q 0.33	Q 24,789.77
UTILIDAD				Q 12,177.67
RENTABILIDAD (%)				49.12

Tabla 24.

Costos de producción por hectárea del T3 (sin fertilizante) estudio comparativo de fertilización química en características agromorfológicas del chile siete caldos (C. pubescens); Santa Clara La Laguna, Sololá, 2018.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD/HA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
EGRESOS				Q 11,027.21
Insumos agrícolas				Q 512.75
Frutos recolectados para semilla	Unidad	694	Q 0.25	Q 173.50
Bolsas de polietileno 7x2.5x1.5	Millar	4.45	Q 55.00	Q 244.75
Arena para sustrato	Metro cúbico	0.63	Q 150.00	Q 94.50
Mano de obra				Q 10,514.46
Preparación de semilla	Jornal	0.25	Q 90.16	Q 22.54
Recolección de suelo para sustrato	Jornal	0.37	Q 90.16	Q 33.36
Recolección de broza para sustrato	Jornal	0.5	Q 90.16	Q 45.08
Preparación del sustrato	Jornal	0.12	Q 90.16	Q 10.82
Llenado de bolsas	Jornal	5.55	Q 90.16	Q 500.39
Siembra de semillas	Jornal	1.39	Q 90.16	Q 125.32
Riego en vivero	Jornal	2.96	Q 90.16	Q 266.87
Control de malezas en vivero	Jornal	2.77	Q 90.16	Q 249.74
Limpia del terreno	Jornal	14	Q 90.16	Q 1,262.24
Trazado	Jornal	2.89	Q 90.16	Q 260.56
Ahoyado	Jornal	18.52	Q 90.16	Q 1,669.76
Establecimiento de plantas	Jornal	13.89	Q 90.16	Q 1,252.32
Aporque	Jornal	4.63	Q 90.16	Q 417.44
Control de malezas en campo	Jornal	21	Q 90.16	Q 1,893.36
Cosecha	Jornal	27.78	Q 90.16	Q 2,504.64
INGRESOS				Q 19,010.38
Frutos vendidos	Unidad	57607.2	Q 90.16	Q 19,010.38
UTILIDAD				Q 7,983.17
RENTABILIDAD (%)				41.99