

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua
Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa



Monografía para optar al título de Ingeniero Agrónomo

“Efecto de niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de chiltoma (*Capsicum annum*), el Chile, Matagalpa, II semestre 2013.”

Autores: Br. Fausto José Tinoco Castillo

Br. Oscar Isacc Aráuz López

Tutor: MSc. Carmen Fernández Hernández

Asesor: MSc Francisco Javier Chavarría Aráuz

Matagalpa, 04 julio del 2014.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	1
OPINION DE TUTOR	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. ANTECEDENTES.....	4
III. JUSTIFICACIÓN.....	6
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
4.1 Pregunta general	9
4.2 Preguntas específicas	9
V. OBJETIVOS	10
5.1 General:	10
5.2 Específicos:	10
VI. HIPÓTESIS	11
6.1 Comportamiento agronómico	11
6.2 Rendimiento productivo.....	11
VII. MARCO TEÓRICO	12
7.1 Cultivo de Chiltoma (<i>Capsicum annum</i>)	12
7.1.1 Origen del cultivo de chiltoma y valor nutritivo.....	12
7.1.2 Tipo de planta	14
7.1.3 Semilla.....	14
7.1.4 Raíz.....	15
7.1.5 Tallo	15

7.1.6 Hojas.....	16
7.1.7 Flores.....	16
7.1.8 Fruto.....	17
7.1.9 Etapas fenológicas del cultivo de Chiltoma.....	17
7.1.10 Distribución de las áreas sembradas del cultivo de Chiltoma en Nicaragua	19
7.1.11 Variedades de cultivo de Chiltoma en Nicaragua.....	20
7.2 Fertilización	21
7.2.2 Tipos de fertilizantes	21
7.2.3 Elementos esenciales	22
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO	31
8.1 Descripción del sitio experimental.....	31
8.1.1 Localización	31
8.1.2 Condiciones edafoclimáticas	32
8.2 Tipo de estudio.....	33
8.3 Modelo y diseño experimental.....	34
8.4 Manejo agronómico del cultivo	37
8.5 Variables e indicadores	40
IX. RESULTADOS	44
9.1 Crecimiento y desarrollo	44
9.1.1 Altura de la planta.....	44
9.1.2 Grosor del tallo.....	47
9.1.3 Largo de las hojas	49
9.1.4 Ancho de la hoja	53
9.1.5 Número de hojas	57
9.1.6 Número de yemas florales.....	59
9.1.7 Número de Flores.....	61

9.1.8 Color de las flores.....	64
9.2 Rendimiento	65
9.2.1 Peso del fruto.....	65
9.2.2 Largo del fruto.....	67
9.2.3 Ancho del fruto.....	68
9.2.4 Número de frutos por planta.....	70
9.3 Integración de los resultados de fertilización para la zona de estudio.....	72
9.3.1 Crecimiento y desarrollo	73
9.3.2 Rendimiento productivo	74
9.3.3 Propuesta	75
X. CONCLUSIONES.....	76
XI. RECOMENDACIONES.....	77
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	78
XII. ANEXOS	82
Anexos 1. Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores.....	82
Anexo 2. Ficha técnica de recolección de datos, Tabla de crecimiento y desarrollo.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos botánicos del cultivo de Chiltoma (<i>Capsicum annum</i>)	13
Tabla 2. Contenido de vitaminas y minerales en frutos de chiltoma.....	13
Tabla 3. Nutrientes esenciales	27
Tabla 4. Separación de medias por Tukey: Altura de la planta	45
Tabla 5. Separación de medias por Tukey: Grosor del tallo.....	48
Tabla 6. Separación de medias por Tukey: Largo de las hojas.....	51
Tabla 7. Separación de medias por Tukey: Ancho de la hoja	55
Tabla 8. Separación de medias por Tukey: Número de hojas por planta.....	58
Tabla 9. Separación de medias por Tukey: Yemas florales.	60
Tabla 10. Separación de medias por Tukey: Número de flores.....	62

Tabla 11. Separación de medias por Tukey: Peso del fruto.....	66
Tabla 12. Separación de medias por Tukey: Largo del fruto.....	68
Tabla 13. Separación de medias por Tukey: Ancho del fruto.....	70
Tabla 14. Separación de medias por Tukey: Número de frutos por planta.....	72
Tabla 15. Tabla de resumen de resultados de crecimiento y desarrollo	73
Tabla 16. Tabla de resumen de resultados de Rendimiento productivo.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa de Ubicación de la zona de estudio.....	36
Fig. 2. Comportamiento de la altura de la planta en función del tiempo.....	44
Fig. 3. Comportamiento del grosor del tallo en función del tiempo.....	47
Fig. 4. Comportamiento del largo del hojas en función del tiempo.....	50
Fig. 5. Comportamiento del ancho de la hoja en función del tiempo.....	54
Fig. 6. Comportamiento del número de hojas en función del tiempo.....	57
Fig. 7. Comportamiento de las yemas florales en función del tiempo.....	60
Fig. 8. Comportamiento del número de flores en función del tiempo.....	61
Fig. 9. Color de las flores.....	64
Fig. 10. Histograma del peso del fruto.....	66
Fig. 11. Histograma largo del fruto.....	67
Fig. 12. Histograma del ancho del fruto.....	69

AGRADECIMIENTO

En el transcurso de nuestra vida nos encontramos con distintas personas que para bien o para mal han formado parte de nuestro desarrollo personal, espiritual, emocional y profesional, pero existe un ser supremo que nos ha acompañado desde nuestra concepción y que con su infinita misericordia nos da la vida y nos enseña que la vida misma es un reto en el que estamos destinados a triunfar, a levantarnos cada mañana con fe y amor para dar lo mejor de nosotros; este trabajo es una muestra de ello por lo que ante todo nuestro Agradecimiento es a Dios por guiarnos con optimismo, paciencia y esfuerzo para finalizar con nuestro trabajo.

A Nuestras Familias por ser el pilar fundamental de nuestro crecimiento como seres humanos, por motivarnos, inspirarnos a ser cada día mejor dándonos su apoyo y comprensión formándonos con valores y principios útiles a la sociedad.

A nuestros Maestros gracias por su tiempo por su apoyo, así como por la sabiduría que nos transmitieron en el desarrollo de la formación profesional en especial a la profesora Carmen Fernández nuestra tutora y a nuestro asesor profesor Francisco Chavarría por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación.

A las personas que con su tiempo y conocimiento contribuyeron al desarrollo de este trabajo. A la universidad por abrir sus puertas y brindarnos la oportunidad de colaborar en el desarrollo de las actividades académicas, formando parte de la gran familia universitaria.

Br. Fausto José Tinoco Castillo

Br. Oscar Isacc Aráuz López

DEDICATORIA

Le dedico primeramente mi trabajo a Dios creador de todas las cosas, él que me ha dado fortaleza por ser el pilar de mi vida el que ha estado siempre a mi lado por darme lo necesario para llegar de su mano a alcanzar el éxito.

Mi familia por ser la inspiración de cada día, a mis padres que con su humildad y esfuerzo siempre estuvieron ahí para apoyarme en cada decisión que tomaba.

Aquellas personas que con sus palabras de aliento, sus consejos y ayuda permitieron superar esos contratiempos que se presentan en la vida.

Br. Oscar Isacc Aráuz López

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios dador de vida, esto es más un logro tuyo porque eres quien me ha llenado de fortaleza para terminar este proyecto que ha sido mi carrera.

Los dos pilares de mi vida, mis padres por estar ahí cuando más los necesité; en especial a ti madre por tu ayuda, tu constante cooperación y por tener siempre tus brazos abiertos para mí.

Mi esposa por su paciencia en los momentos más difíciles, Deyanira te convertiste en un aliciente en medio de tanto trabajo.

A mi pequeña hija, Elisa, quién ha sido mi mayor inspiración para culminar con esta meta de mi vida.

Br. Fausto José Tinoco Castillo

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo evaluar los efectos de diferentes niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*), El Chile, Matagalpa durante el segundo Semestre del año 2013.

El estudio se efectuó en la finca “Jardín del Edén” ubicado a 30 Km, Comunidad El Chile. El diseño experimental que se utilizó fue diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA). Las principales conclusiones son: El tratamiento que presentó el mejor crecimiento y desarrollo fue el tratamiento 4 (6 gr de NPK), con mayor altura, grosor de tallo, ancho de hoja, número de hojas por planta, número de yemas florales y número de flores. El tratamiento 3 (4 gr de NPK) generó el mayor promedio de largo de las hojas, y capitalizó excelente resultados comparables al tratamiento 4, en el ancho de las hojas y largo del fruto. El tratamiento que manifestó mejor rendimiento fue el tratamiento 4 (6 gr de NPK), en sus tres indicadores que constituyen las variable (Peso, largo, ancho y número de frutos). Se recomienda para la zona de estudio y zonas con condiciones edafoclimáticas similares fertilizar con 6 gr de NPK por planta, que por hectárea equivaldría a un total de dos quintales; para obtener un crecimiento y desarrollo óptimo y mejores rendimientos.

OPINION DE TUTOR

La monografía titulada “Efecto de niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de chiltoma (*Capsicum annum*), el Chile, Matagalpa, II semestre 2013.”, de los Bachilleres Fausto José Tinoco Castillo y Oscar Isacc Arauz López, cumple con los requerimientos metodológicos y de contenido, para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Existe correspondencia entre el tema de investigación, con los objetivos, variables, la teoría, instrumentos aplicados, el análisis y discusión de los mismos, así como las conclusiones; lo que demuestra el rigor científico de un trabajo de investigación.

Con respecto al contenido, se abordaron diferentes indicadores de crecimiento y desarrollo y rendimiento, como respuesta a la aplicación de distintos tratamientos de fertilización; los que fueron evaluados a través de la estadística inferencial, como corresponde a un estudio experimental de las ciencias agronómicas.

Los resultados fueron discutidos con los referentes teóricos y los aportes de los autores, poniendo en práctica los procesos diferenciales y de análisis, tan importante para la vida profesional.

Siempre en todo trabajo, surgen nuevas preguntas, que podrán dar lugar a futuros estudios, como parte de un proceso dinámico y enriquecedor, como lo constituye la investigación.

Sin más, les deseo éxitos a los Bachilleres anteriormente citados,

Carmen Fernández Hernández

Tutora

I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son la fuente más económica de vitaminas y minerales para el hombre, en tal sentido uno de los principales desafíos de la olericultura, es poder ofrecer hortalizas de calidad y en cantidades suficientes para satisfacer la demanda del consumidor, por lo tanto para afrontar este reto se están utilizando nuevos sistemas de producción con tecnologías sofisticadas, donde las buenas prácticas agrícolas deben ir acompañadas de los procesos y flujos a lo largo de las cadenas productivas (INIA, 2005). En Nicaragua estos retos implica la más alta calidad de producto al menos costo para el productor lo cual lo lleva a buscar nuevas técnicas de siembra que le permitan mejorar tanto la calidad como cantidad de su cosecha sin comprometer su presupuesto de producción.

Según Hernández, Chailloux, Moreno, Mojena, y Salgado (2009), la fertilización constituye una de las prácticas de manejo indispensables para la producción sostenible de la tecnología del cultivo protegido de las hortalizas.

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse.

Según el último Censo Agropecuario del 2011, En el año 2002 se cultivaban 1,523.80 manzanas de chiltoma, las cuales se incrementaron en un 45.57 % (2, 218.16 mz), revelando un patrón de crecimiento importante en la superficie sembrada; siendo la oferta de chiltoma en el país es de 180,992.00 (miles de quintales) (Urbina, 2012).

II. ANTECEDENTES

Diversos estudios se han realizado a nivel latinoamericano entre los que se puede mencionar a Ramos y Luna (2010), en México, con la evaluación de 3 variedades de chile en 4 concentraciones de una solución hidropónica bajo invernadero. Concluyeron que la respuesta de los genotipos a las concentraciones de la solución hidropónica Steiner es prácticamente lineal, lo que significa que a mayor concentración de la solución, mayor es la expresión de crecimiento vegetativo.

Según González, (2008) realizó una evaluación agronómica de cuatro materiales de chile en campo abierto de una localidad de Copán Ruinas, en Honduras. Su conclusión principal indicó que la variedad Tecún obtuvo el mejor desarrollo y aceptación en el mercado. En este mismo país, Bernardino, (2011), efectuó inoculaciones con Mycoral y Mycobacter sobre el crecimiento, enraizamiento y rendimientos de dos variedades de chile dulce bajo macro-túnel donde concluyó que los dos productos en trasplante Mycobacter resultó en plantas más altas, con mejor sistema radicular, mejores rendimientos comerciales y un porcentaje de desecho menor en las otras otras variedades.

En El Salvador, (Linares, s.f.), evaluó el comportamiento de cuatro variedades de chile dulce en diferentes zonas de la parte occidental de ese país. Este estudio arrojó que la variedad Nathalie, sobresalió en las variables altura de planta, número de frutos, rendimiento y como consecuencia reportó el mejor ingreso y la mejor relación beneficio costo.

En Nicaragua, se han llevado a cabo estudios sobre el cultivo de chiltoma, referentes al uso de plaguicidas y métodos de sanidad, entre los que figuran los de Rodríguez y Osejo (2004), que evaluaron 5 tratamientos para el control de ácaros, donde concluyeron que si bien ninguno de los tratamientos propuesto resultó

estadísticamente significativo, el sulfocálcico resultó ser el tratamiento más rentable.

Cruz y Aráuz (2004), realizaron un estudio epimediológico del complejo mosca blanca-geminivirus en el Valle de Sébaco, en donde resalta como principales resultados que las barreras de maíz son útiles en el control del complejo mosca blanca-geminivirus, a pesar de no encontrar diferencia estadística significativa. González y Obregón (2007), evaluaron alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma contra el ataque del complejo mosca blanca-geminivirus donde figuran entre sus principales conclusiones que las menores poblaciones de mosca blanca se presentaron en el sistema de microinvernadero, y que éstos a su vez, en conjunto con el sistema de microtúneles presentaron la menor incidencia de severidad de virosis.

Otros estudios abordaron diferentes problemáticas referente al cultivo de la chiltoma. Montenegro y Vargas (2010), realizaron una caracterización de variedades criollas de chiltoma en el Valle de Sébaco, en la cual se concluyó que el tratamiento 2 usando la guía de descriptores para Capsicum del IPGRI fue el que presentó mejores características agronómicas, pero fue el tratamiento 8 el que tuvo el mayor rendimiento comercial con 146,759 de fruto cosechado.

III. JUSTIFICACIÓN

La agricultura nicaragüense se caracteriza por ser una agricultura extensiva, poseer bajos rendimientos por unidad de área y hacer uso irracional de plaguicidas y fertilizantes, así como de tener desventajas marcadas en el mercado de sus principales productos (bajos precios), importación de insumos de alto costo y poca transferencia de tecnologías apropiadas para dicha actividad. Bajo este contexto, la optimización de los recursos e insumos disponibles se hace una tarea indispensable para que el productor.

El Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) e Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2011), revela que el país cultiva 2, 218.16 mz de chiltoma, donde el departamento de Matagalpa es el mayor productor, con aproximadamente 402.18 mz cultivadas. En la comunidad El Chile; perteneciente al municipio de Matagalpa se cultivan cerca de 74.5 mz de chiltoma.

Al ser Matagalpa el departamento de mayor producción de cultivo de chiltoma en el país se justifica que el presente estudio tiene por objetivo evaluar el efecto de niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*), El Chile, Matagalpa, II semestre 2013. Los resultados constituyen la base para el mejoramiento del desarrollo tecnológico de los productores que se dedican a este rubro en la zona de estudio. Los productores de la comunidad y de zonas adyacentes, se beneficiarán a través de los resultados obtenidos, adquiriendo conocimientos referentes al uso racional de los fertilizantes, particularmente del que es objeto de estudio (Triple quince NPK), lo que genera, por un lado, el aumento de la producción e ingresos, y por otro, la disminución de los impactos causados por estos elementos al medio. Estos resultados podrán ser utilizados no sólo por los productores, sino también por instituciones gubernamentales, alcaldías, gobiernos, ONG'S, entre otros de la zona u otras zonas con las mismas características edafoclimáticas. Si bien existe información global acerca de fertilizantes edáficos en el cultivo de chiltoma, se

desconoce de manera específica el comportamiento entre esta relación (Cultivo - fertilizante edáfico) en la zona de estudio. Además, el estudio enriquecerá los conocimientos de los autores, y servirá de igual manera como material académico, en la Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa (FAREM) para la carrera de Ingeniería Agronómica y Economía Agrícola.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La demanda del mercado nicaragüense de chiltomas frescas se mantiene durante todo el año. En Nicaragua, la chiltoma es cultivada principalmente por los pequeños y medianos productores, quienes siembran parcelas de 0.3 hectárea, hasta áreas de tres o cuatro hectáreas, en un sistema de monocultivo, destinadas para los mercados locales, siendo una fuente de ingresos para éstos. (Laguna, Pavón y Altamirano, 2004).

Las principales problemáticas que enfrentan en este rubro, en el mercado nacional, son las variaciones en los precios, los problemas en la producción, condiciones no adecuadas de manejo pos cosecha y el poco valor agregado. Estos dos últimos factores incrementan aún más los problemas, pues disminuyen la posibilidad de que los productores puedan recuperar la inversión inicial. Los problemas en la producción están relacionados a la aplicación irracional de fertilizantes y plaguicidas para el desarrollo óptimo del cultivo. De continuar con esta situación la producción de chiltoma será insostenible, aborda desde sus diferentes dimensiones (económicas, sociales y ecológicas o ambientales), contenido en el informe de Brundtland en 1988 citado por Ocampos (2009). El uso no adecuado de los fertilizantes provoca el aumento de los costos de producción, pérdida de fertilizantes que puede llegar a contaminar los recursos hídricos subterráneos y superficiales, a como argumenta Brinkman (1999).

El presente estudio pretende aportar al conocimiento del uso de fertilizante en el cultivo de chiltoma a través de una nutrición racional, en aras de determinar el uso adecuado de los mismos para la mitigación de sus efectos colaterales al medio ambiente, repercutiendo indirectamente en la salud de los productores y consumidores.

4.1 Pregunta general

¿Cuáles son los efectos de diferentes niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*), en el Chile, Matagalpa durante el segundo II del año 2013?

4.2 Preguntas específicas

- ✓ ¿Cuál es el efecto de los niveles de fertilización, en el crecimiento y desarrollo del cultivo de chiltoma?

- ✓ ¿Cuál es el efecto de los niveles de fertilización, en el rendimiento del cultivo de la chiltoma?

- ✓ ¿Qué nivel de fertilización es el adecuado para el cultivo de chiltoma, según los resultados obtenidos?

V. OBJETIVOS

5.1 General:

Evaluar los efectos de diferentes niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*), El Chile, Matagalpa durante el segundo II del año 2013.

5.2 Específicos:

- ✓ Determinar el efecto de los niveles de fertilización, en el crecimiento y desarrollo del cultivo de chiltoma.
- ✓ Identificar el efecto de los niveles de fertilización, en el rendimiento del cultivo de la chiltoma
- ✓ Proponer el nivel de fertilización adecuada para el cultivo de chiltoma, según los resultados obtenidos.

VI. HIPÓTESIS

6.1 Comportamiento agronómico

Ho: No existe diferencia significativa en el comportamiento agronómico variedad Tres Cantos debido a la aplicación de diferentes niveles de fertilización de triple quince NPK en la comunidad el Chile, Departamento de Matagalpa durante el segundo semestre del año 2013.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en el comportamiento agronómico del cultivo de chiltoma, variedad Tres Cantos debido a la aplicación de diferentes niveles de fertilización de triple quince NPK en la comunidad el Chile, Departamento de Matagalpa, durante el segundo semestre del año 2013.

6.2 Rendimiento productivo

Ho: No existe diferencia significativa en el rendimiento productivo del cultivo de chiltoma, variedad Tres Cantos debido a la aplicación de diferentes niveles de fertilización de triple quince NPK en la comunidad el Chile, Departamento de Matagalpa durante el segundo semestre del año 2013.

Ha: Al menos un tratamiento presenta diferencia significativa en el rendimiento productivo del cultivo de chiltoma, variedad Tres Cantos debido a la aplicación de diferentes niveles de fertilización de triple quince NPK en la comunidad el Chile, Departamento de Matagalpa durante el segundo semestre del año 2013.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 Cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*)

7.1.1 Origen del cultivo de chiltoma y valor nutritivo

La chiltoma (*Capsicum annum* L), pertenece a la familia de las solanáceas, este cultivo es originario de regiones tropicales de América, específicamente de Bolivia y Perú (Laguna, Pavón, & Altamirano, 2004). Durante la época precolombina, la chiltoma se difundió por la mayor parte del continente Americano y durante los siglos XV y XVI los colonizadores españoles y portugueses la llevaron a Europa, África y Asia (Orellana, Escobar, Morales, Méndez, Cruz, y Castellón, 2004).

Durante la época precolombina, el chile dulce se difundió por la mayor parte del continente y durante los siglos XV y XVI los colonizadores españoles y portugueses lo llevaron a Europa, África y Asia. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo, siendo China, Estados Unidos y México los principales productores (Orellana *et al*, 2004). En Nicaragua, el fruto de chiltoma es una de las hortalizas de mayor uso, debido a que es parte inherente de la gastronomía nacional, utilizado tanto en ensaladas, aditivo de sabor, etc.

Tabla 1. Aspectos botánicos del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*)

<i>Taxonomía</i>
<i>Nombre científico: Capsicum annum L.</i>
<i>División: Embriophyta</i>
<i>Asiphonograma</i>
<i>Subdivisión: Angiospermas</i>
<i>Clase: Dicotiledóneas</i>
<i>Orden: Polemoniales</i>
<i>Familia: Solanáceae</i>
<i>Género: Capsicum</i>
<i>Especie: annum.</i>

Fuente: Orellana et al, 2004

Tabla 2. Contenido de vitaminas y minerales en frutos de chiltoma

ELEMENTO	ESTADO DE DESARROLLO	
	VERDE	ROJO
Agua (ml)	86.00	87.00
Calorías (cal)	48.00	45.00
Proteína (g)	2.00	2.00
Grasa (g)	0.80	0.80
Fibra (g)	2.60	1.70
Calcio (mg)	29.00	11.00
H. carbono (g)	10.00	9.00
Fósforo (mg)	61.00	47.00
Hierro (mg)	2.60	0.90
B-Caroteno (UI)	180.00	4770.00
Tiamina (mg)	0.17	0.09
Riboflavina (mg)	0.15	0.12
Niacina (mg)	2.20	0.40
Ac. Ascórbico (mg)	140.00	86.00

Fuente: Watt, B. et al. (1963) citado por Laguna et al, (2004)

7.1.2 Tipo de planta

Es una planta herbácea con ciclo de cultivo anual, de porte variable entre los 0.5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre), y más de dos metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernaderos). El ciclo vegetativo varía de acuerdo a las variedades. Este puede durar entre los 65 a 110 días (Laguna *et al*, 2004).

En Nicaragua, es más común encontrar variedades de porte pequeño (0.5 m), los cuales están adaptado a las condiciones edafoclimáticas del territorio. Pocos ejemplos se pueden mencionar del segundo grupo, uno de ellos en Hidropónicas de Nicaragua en el Valle de Sébaco, que dejó de funcionar hace unos pocos años.

7.1.3 Semilla

La semilla se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto. Es de color blanco crema, de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm. En ambientes cálidos y húmedos, una vez extraída del fruto, pierde rápidamente su poder de germinación, si no se almacena adecuadamente (Orellana *et al*, 2004). La germinación es lenta en comparación con otras hortalizas como el tomate y el repollo, dura de 8 a 12 días dependiendo de las temperaturas, a mayor temperatura el período es más corto. En temperaturas mayores de 25 °C la germinación es más lenta (Zamora, s.f.) son ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años. El número de semillas por gramo es de 130 a 150 (Laguna *et al*, 2004).

La temperatura es factor determinante en el ciclo de la chiltoma. Es por ello que en Nicaragua, se cultiva en zonas con altitudes por encima de los doscientos metros. Si bien su poder germinativo se conserva durante varios años, en la práctica no es

recomendable usar semillas con más de dos años, ya que conforme pasan los años, pierde su poder germinativo.

7.1.4 Raíz

Su raíz es pivotante, alcanzando una profundidad de 90-120 cm. (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 0.50 a 1.0 m (Laguna *et al*, 2004).

Esta última característica le confiere capacidades de absorber los nutrientes necesario para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, es importante crear las condiciones de suelo para potencializar al cultivo en si, repercutiendo a su vez en la producción. Es por ello, que siempre y cuando el relieve lo permita, actividades tales como el surcado o aporcado es importante. Cuando existe una adecuada fertilización, las raíces adventicias se concentra en los primeros 30 centímetros. Esto se explica, porque las raíces tienen por principal función extraer los nutrientes del suelo hacia la planta.

7.1.5 Tallo

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudodicotómicas, siempre una más gruesa que la otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que éstas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla) (Orellana *et al*, 2004).

La variedad tres canto tiene un tallo cilíndrico, con un porte pequeño (alrededor de medio metro). Esta variedad es muy resistente a rupturas en sus diferentes ramificaciones lo cual le permite cargar de mejor manera sus frutos.

7.1.6 Hojas

Son simples, alternas, pequeñas, con limbo oval lanceolado de bordes lisos, color verde oscuro, aovadas, enteras. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal, parte de la base de la hoja, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable, en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Laguna *et al*, 2004).

La coloración habitual de la variedad tres cantos va desde un color verde pálido hasta un verde poco intenso y suave al tacto. Por experiencia, se puede afirmar a que no existe una correlación tan directa entre el tamaño de la hoja y el peso del fruto. No obstante, no se descarta que influye en tal proceso.

7.1.7 Flores

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños (Orellana *et al*, 2004). Las flores son actinomorfas, hermafroditas, aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca, el estigma generalmente está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. La polinización es autógena, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10 % (Laguna *et al*, 2004).

La variedad tres cantos sortea colores de sus flores desde un blanco intenso hasta crema. Son de tamaño pequeño y bien compactas. En la práctica, los colores son poco diferenciables al menos que se utilice un ráster para su identificación.

7.1.8 Fruto

El fruto es una baya hueca con dos a cuatro lóbulos, los cuales forman cavidades interiores con divisiones visibles, es de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco), algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. También existe una diversidad de formas de frutos, pero generalmente se agrupan en alargados, tres cantos y redondeados (Laguna *et al*, 2004).

La variedad tres cantos es de gran aceptación en el mercado nacional por ser una variedad con mayor contenido de capsina, que le otorga un sabor ligeramente más picante que otras variedades.

7.1.9 Etapas fenológicas del cultivo de Chiltoma

7.1.9.1 Germinación y emergencia

El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima (Orellana *et al*, 2004).

La temperatura juega un papel importante en la germinación. Es común, no obstante, en los semilleros depositar en los bancos de semilla, paja con el fin de

evitar la desecación, porque si bien es cierto que la temperatura promueve la emergencia, un exceso de esta puede llevar a resultados antagónicos.

7.1.9.2 Crecimiento y desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo inicia con el establecimiento de las plántulas en el campo definitivo (trasplante), lo cual ocurre aproximadamente a los 30 días después de la germinación, cuando las plántulas tienen una altura aproximada de 20 centímetros. En esta etapa, se incrementa el área foliar y se inicia la ramificación con la bifurcación del tallo principal. Aquí, se da todo el crecimiento de la planta y dura de 30 a 40 días, dependiendo de la variedad. Cualquier estrés causado por variaciones de temperaturas, falta de agua, mala fertilización o mal manejo puede retardar el período de floración (Zamora, s.f).

El principal desarrollo vegetativo se da en el primer mes, teniendo consecuencias positivas o negativas según el manejo. En la práctica, es común observar que sobredosis de fertilizante provoca “quema de las plántulas”. Esto se debe al hecho que la urea en grandes cantidades provoca toxicidad, quemando las plántulas.

7.1.9.3 Floración y fructificación

Al iniciar la etapa de floración, el chile dulce produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce fruto, luego ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores (Orellana *et al*, 2004).

En campo, es fácil notar que la primera floración tiene un mayor porcentaje de aborto floral, pero a medida que transcurre el tiempo la tasa de aborto floral disminuye si hay un adecuado manejo, particularmente de plagas y enfermedades. Cuando los primeros frutos comienzan a madurar se inicia una nueva floración, de tal manera que hay un traslape en la producción dándose cosechas cada 1 ó 2 semanas, durante 6 a 15 semanas (Zamora s.f).

7.1.10 Distribución de las áreas sembradas del cultivo de Chiltoma en Nicaragua

Se estima que el área que se cultiva anualmente en el país, es de 415 a 467 hectáreas, localizándose casi la mitad de la producción en el Valle de Sébaco (Matagalpa), con rendimientos promedios de 15 t/ha. Otras regiones donde se siembra este cultivo a pequeña escala son: Ocotol, Somoto, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Granada, Masaya, Managua y Juigalpa. La demanda del mercado nicaragüense de chiltomas frescas se mantiene durante todo el año (Laguna *et al*, 2004).

Las diferentes zonas tienen características climáticas y edáficas similares entre si, con temperaturas que oscilan entre los 22 y 25° C, suelos francos, bien drenados y planos y elevaciones desde los 457 (Sébaco) hasta los 875 en áreas de Carazo y Estelí. Las áreas de chiltoma son manejadas de forma tradicional, en sistemas de producción de monocultivo. Los productores manejan los problemas fitosanitarios con productos químicos sin basarse en umbrales de acción ni muestreo (Zamora, s.f).

En Nicaragua la chiltoma es cultivada principalmente por los pequeños y medianos productores, quienes siembran parcelas de 0.3 hectárea, hasta áreas de tres o cuatro hectáreas, en un sistema de monocultivo, destinadas para los mercados locales, siendo una fuente de ingresos para éstos (Laguna *et al*, 2004).

7.1.11 Variedades de cultivo de Chiltoma en Nicaragua

Según Laguna *et al* (2004), las variedades de chiltoma más cultivadas en el país son la criolla de tres cantos y la criolla de cocina, aunque también se cultivan en pequeña escala las variedades para relleno, tales como: California wonder y Yolo wonder. Otras variedades presentes en el país son Cantoras y Agronómicas. A continuación se describen algunas de las variedades que se siembran en Nicaragua:

a) Criolla de tres cantos

Ampliamente cultivada en las diferentes zonas del país, podemos sembrarla todo el año. El fruto tiene tres cantos o lados, es de superficie lisa, cáscara gruesa y es resistente al transporte.

b) Criolla de cocina

Variedad criolla de la zona del Valle de Sébaco, con excelente rendimiento. Superficie algo arrugada, cáscara suave y delgada y no es resistente al almacenamiento.

c) California wonder

Una de las variedades importadas que se cultivan en el país. La planta es pequeña con ramificaciones débiles, frutos grandes y de superficie lisa.

d) Yolo wonder

Parecida a California Wonder, además es resistente al mosaico del tabaco. Es una variedad con bajos rendimientos (Laguna *et al*, 2004).

La variedad de tres cantos es la variedad más cultivada en Nicaragua por su ya mencionada aceptación en el mercado nacional y a su capacidad de resistencia al almacenamiento, debido a que el mercado final, generalmente se encuentra lejos de donde se cultiva.

La mayor parte producida en el valle de Sébaco es distribuida hacia Managua, por lo que la variedad tres cantos, por ser resistente permite el traslado, maximizando ganancias.

7.2 Fertilización

7.2.1 Concepto

Como todos los seres vivos, los vegetales necesitan durante su crecimiento de ciertos elementos nutritivos que les son indispensables para su desarrollo; tales nutrientes son extraídos del suelo por las raíces de la planta. Para evitar que la tierra se vuelva improductiva por el agotamiento de dichos nutrientes, se debe reponer tales sustancias, adicionando productos químicos que proporcionen esos elementos nutritivos y que al mismo tiempo no sean nocivos ni para las plantas ni para los micro-organismos que viven en el suelo. A esos productos químicos usados en la agricultura se les denomina “abonos” o fertilizantes. A la actividad de adicionar abonos o fertilizantes se denomina fertilización (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005).

Esta actividad se vuelve trascendental para que el cultivo sea capaz de maximizar sus características genéticas, y de esta manera genere excedentes de producción transformados en ingresos.

7.2.2 Tipos de fertilizantes

Los fertilizantes se clasifican de acuerdo al nutriente básico que aportan: fósforo, nitrógeno, potasio, azufre, magnesio, bario y otros de menor significación (Saldías, 2008).

Así por ejemplo, los fertilizantes a base de nitrógeno son denominados nitrogenados. No obstante, en la práctica este nutriente viene contenido en el fertilizante denominado Urea (compuesto orgánico). Además de esto, existen formulaciones comerciales que fijan el contenido de nutrientes, generalmente macronutrientes denominados completos. Así la formulación triple quince NPK (15-15-15), contiene 15 lb de nitrógeno, 15 lb de fósforo y 15 lb de potasio por quintal de producto, el resto corresponde a material inerte o de transporte.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002), los fertilizantes que contienen sólo un nutriente primario son denominados fertilizantes simples. Aquellos conteniendo dos o tres nutrientes primarios, son llamados fertilizantes multinutrientes, algunas veces también fertilizantes binarios (dos nutrientes) o ternarios (tres nutrientes).

Es habitual encontrar en el mercado Nicaragüense fertilizantes con los macronutrientes primarios, siendo estos utilizados en varios cultivos, además del cultivo de chiltoma.

7.2.3 Elementos esenciales

Históricamente, la producción agrícola se ha basado en el trabajo humano y animal, semillas que procedían de su lugar de origen, composta y estiércol, rotación y combinación de cultivos y barbecho para mantener la fertilidad del cultivo. En el siglo XX, ese ciclo se ha interrumpido por la nueva dependencia de insumos externos (maquinaria, uso de agroquímicos). A este período bajo estas características se le denomina “revolución verde” (Ceccon, 2008).

Bajo este contexto, la revolución verde ha estado inserta en la agricultura nicaragüense a pesar de muchas críticas que envuelve a la misma. No obstante, se debe de armonizar el uso de estos insumos con prácticas culturales que permitan un ejercicio sostenible ante el eminente crecimiento de la población.

Desde 1804, algunos científicos empezaron a darse cuenta de que las plantas necesitan calcio, potasio, azufre, fósforo y hierro. Más tarde, hacia 1860 tres fisiólogos vegetales alemanes (W. Pfeffer, Julius von Sachs y W. Knop) reconocieron la dificultad de determinar los tipos y las cantidades de elementos que eran esenciales para el crecimiento vegetal en un medio tan complejo como el suelo. Por esta razón se dedicaron a cultivar plantas con la raíz inmersa en una solución de sales minerales (una solución de nutrientes), con una composición química controlada y limitada únicamente por el grado de pureza de los compuestos disponibles en aquel entonces (Salisbury y Ross, 2000).

En algunos países donde el recurso suelo es reducido, y existen bajas precipitaciones se encuentra unidades de producción utilizando este principio. Esta tecnología se denominada “hidroponía”.

Todas las plantas necesitan de estos nutrientes para sobrevivir y crecer. Las plantas toman nutrientes del aire, el suelo y el agua. Como no se pueden ver los nutrientes (son gases incoloros o semejan polvo disuelto en agua, o están adheridos a cada fragmento de tierra), a veces es difícil comprender cómo actúan (Hernández *et al*, 2009).

Las plantas, como seres vivientes, necesitan del “alimento” para llevar a cabo sus funciones fisiológicas de germinación, crecimiento, desarrollo, reproducción, etc.

Los vegetales necesitan consumir elementos nutritivos en gran cantidad, ya que su crecimiento celular requiere de sustancias químicas complejas que la planta debe fabricar a partir de elementos sencillos. El trabajo necesario para la elaboración de tales sustancias proviene de la energía solar. Dicha energía es absorbida por la clorofila de las hojas, mediante el proceso de fotosíntesis, para convertir en azúcares simples el anhídrido carbónico (CO₂) del aire y el agua (H₂O) absorbida por las raíces.

Estos azúcares simples son los depositarios de la energía solar y de algunas de las materias primas que serán necesarias para las diversas síntesis químicas a las que la planta recurrirá durante su proceso de crecimiento. El crecimiento celular es altamente dependiente de la formación de nuevo protoplasma, el que está compuesto por proteínas dispersas en agua; las que están formadas principalmente por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S) (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005).

El suelo contiene la mayoría de los elementos necesarios que funcionan como “ladrillos” para la construcción de compuestos que necesita el cultivo.

Los nutrientes son absorbidos por los finos pelos de las raíces, no por las raíces grandes. Aun los árboles muy grandes tienen pequeños pelos finos en las raíces para absorber los nutrientes y el agua que necesitan. Las raíces más grandes sirven para sostener el árbol y para almacenar el agua y otros alimentos de la planta. Los pelos de las raíces también pueden excretar líquidos que afectan la acidez del suelo (pH). Cuando se modifica el pH, también puede cambiar la cantidad de nutrientes disponibles (Hernández *et al*, 2009).

En la práctica, aprovechando este principio, a fertilizantes foliares se le agrega coadyuvantes que modifican el pH a fin de que los nutrientes sean más disponible.

7.2.3.1 Criterios principales por los que un elemento se considera elemento esencial

Epstein (1972), citado por Salisbury y Ross (2000), advierte que en primer lugar, un elemento es esencial si el vegetal no puede completar su ciclo de vida (esto es, formar semillas viables) en ausencia de tal elemento. En segundo lugar, un elemento es esencial si forma parte de cualquier molécula o constituyente de la

planta que es, en sí mismo, esencial para ésta. Arnon y Stout (1939), citado por Salisbury y Ross (2000), propusieron el empleo de un tercer criterio:

Si un elemento es esencial, debe actuar directamente en el interior de la planta, sin que influya que algún otro elemento sea más fácilmente disponible, ni antagonizar el efecto de algún otro elemento.

Esto implica que existen dos funciones importantes de los elementos esenciales, la primera es de tipo estructural, es decir, que este es parte inherente de los compuestos que forman cada célula de la planta contenido en el segundo principio de Epstein; el segundo es de tipo funcional, es decir, que participa en los procesos fisiológicos de la planta sin importar si este es parte estructural o no de la misma, contenido en el primer principio de Epstein y de Arnon y Stout.

7.2.3.2 Nutrientes mayores y menores

Salisbury y Ross (2000), incluyen 13 elementos que se estiman como esenciales para todas las angiospermas y las gimnospermas, aunque en la realidad solo se han investigado adecuadamente las necesidades nutritivas de unas 100 especies (en su mayor parte cultivadas). Si se añaden O, H y C (provenientes de O₂, H₂O y CO₂) se consigue un total de 16 elementos. No obstante, a medida que transcurre el tiempo se han realizado investigaciones referentes al tema, y sugieren que esta lista es aún más amplia.

La adición más reciente al grupo de minerales esenciales es el níquel, involucrado en el metabolismo de la urea y de los ureidos, la absorción de hierro, la viabilidad de las semillas, la fijación de nitrógeno y el crecimiento reproductivo (Vicinio, 2002).

Con este elemento, la lista se amplía hasta 17, aunque existen elementos donde no existe consenso si son o no elementos esenciales para la mayoría de plantas, tal es el caso del Sodio, Silicio y Selenio.

Los nutrientes se clasifican en dos grupos: los macronutrientes, necesarios en grandes cantidades, y los micronutrientes, necesarios en cantidades pequeñas. El nitrógeno, fósforo y potasio, representan juntos más del 75 % de los nutrientes minerales que se encuentran en la planta y son denominados primarios. Todos los nombres de los nutrientes se abrevian con una o dos letras, sus símbolos químicos basados en los nombres en latín. Los símbolos son los mismos en todos los idiomas (Fisher, 2003).

Las plantas (como las personas) necesitan una “alimentación balanceada”. Necesitan los 17 nutrientes para estar sanos. Si falta uno, la planta no crecerá bien. La nutrición deficiente de las plantas hace que éstas crezcan con lentitud en el vivero y en el campo y sean más sensibles a las enfermedades.

Algunos agricultores confunden los síntomas de la falta de nutrientes con los resultantes de demasiada o muy poca sombra o agua. De hecho, los tres factores (sombra, agua y nutrientes), afectan el crecimiento de la planta e interactúan para producir plantas saludables. Una planta que crece a pleno sol con abundante humedad y recibiendo los 13 nutrientes, se desarrollará rápido y tendrá hojas de color verde oscuro. Una planta que crece lentamente a la sombra también puede tener hojas verdes oscuras, pero, cuando se las expone gradualmente al sol, las hojas se volverán amarillentas. Esto no significa que a las plantas no les guste el sol pleno; podría indicar una falta de nutrientes que no se manifestó en la sombra, porque la planta no tuvo suficiente luz para estimular un crecimiento rápido. (Fisher, 2003).

Es preciso vigilar la calidad del agua, luminosidad y los nutrientes juntos y ajustarlos, para producir plántulas de calidad.

Tabla 3. Nutrientes esenciales

<i>Macronutrientes</i>	<i>Micronutrientes</i>
<i>Nitrógeno</i>	<i>Hierro</i>
<i>Fósforo</i>	<i>Manganeso</i>
<i>Potasio</i>	<i>Zinc</i>
<i>Calcio</i>	<i>Cobre</i>
<i>Magnesio</i>	<i>Boro</i>
<i>Azufre</i>	<i>Cloro</i>
	<i>Molibdeno</i>

Fuente: FAO (2002).

7.2.3.3 Nitrógeno

El nitrógeno de las proteínas protoplasmáticas es un componente clave en el crecimiento vegetal; de allí que su suministro adecuado a los suelos es indispensable para que la planta fabrique sus proteínas y pueda desarrollarse en un estado de mayor complejidad (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005). Los suelos tienden a ser más deficientes en nitrógeno que en ningún otro elemento. Desde el suelo se absorben dos formas iónicas básicas del nitrógeno: nitrato (NO_3^-) y, amonio (NH_4^+) (Salisbury y Ross, 2000).

Cuando el nitrógeno es deficiente, las plantas no pueden crecer bien o no pueden defenderse por sí mismas. El nitrógeno es un nutriente crítico para posibilitar la producción de proteínas y otros materiales esenciales en las plantas. Las proteínas son utilizadas por las plantas para funcionar y crecer. Usualmente la materia orgánica es la más importante fuente de nitrógeno en el suelo, a menos que se usen fertilizantes químicos o plantas leguminosas, como las arvejas o plantas que produzcan vainas. También las asociaciones desarrolladas con la bacteria llamada *Rhizobium*, mismo que puede desarrollar nódulos en las raíces,

los cuales toman el nitrógeno del aire (Hernández *et al*, 2009). El nitrógeno que esa bacteria usa puede ser utilizado por las plantas y más tarde por otros organismos a través de la descomposición de leguminosas.

El nitrógeno es la materia prima para que la planta pueda crecer y desarrollarse de manera satisfactoria. La forma más común de aplicación del nitrógeno es la urea presente en la mayoría de los fertilizantes edáficos, denominados “Completo”.

7.2.3.4 Fósforo

El fósforo interviene en la composición de algunos componentes orgánicos que controlan los mecanismos claves de transferencia de la energía bioquímica puesta en juego en algunos procesos y síntesis esenciales (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005).

Estos compuestos son vitales porque forman parte de las estructuras más importantes de las células de las plantas. Por ejemplo, son parte de la capa doble fosfolípida presente en todas las células del cultivo.

El fósforo también es importante en el crecimiento de las plantas. Antiguas culturas latinoamericanas, como los Incas del Perú, estaban enteradas de la importancia del fósforo, ya que los cultivos en las laderas andinas producían poco si no agregaban este elemento. Por ello, transportaban cada año a las altas montañas andinas, grandes cantidades de excremento de pájaro, desde islas cercanas donde abundaban las aves. El excremento de aves es rico en fósforo. Hoy el fósforo es uno de los tres fertilizantes agrícolas más importantes que existen (Fisher, 2003).

Tras el nitrógeno, el fósforo es el elemento que con mayor frecuencia resulta limitante en los suelos. Se absorbe principalmente en forma de anión monovalente fosfato (H_2PO_4^-) y menos rápidamente como el anión divalente (HPO_4^{2-}).

El pH del suelo controla la abundancia relativa de estas dos formas: el H_2PO_4^- se ve favorecido por un pH menor que 7, mientras que el HPO_4^{2-} lo estará por encima de este valor. Las plantas que tienen deficiencia de fósforo presentan enanismo, a menudo tienen un color verde oscuro. En ocasiones se acumulan pigmentos del grupo de las antocianinas. Las hojas más antiguas toman un color café oscuro, según va muriendo (Salisbury y Ross, 2000).

El fósforo en el suelo tiene una baja movilidad, por lo que su disponibilidad se ve reducida. Es por ello, que la mayoría de los fertilizantes edáficos presenta mayor porcentaje respecto a los demás componentes.

En efecto, en cultivos como el maíz las hojas adquieren manchas color púrpura particularmente en las hojas de abajo, sin tener una distribución en particular en el limbo de la hoja.

7.2.3.5 Potasio

El potasio actúa sobre ciertas enzimas que catalizan y regulan las transformaciones que se verifican entre los diferentes tipos de azúcares acumulados por la planta (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005).

La deficiencia más común en los suelos, después de la de nitrógeno y de fósforo, es la de potasio. Éste se presenta en los fertilizantes edáficos, como K_2O (Salisbury y Ross, 2000).

Los síntomas de deficiencias de potasio aparecen primero en las hojas más viejas, que comienzan a volverse amarillas en los bordes y son en parte verdes en la base. Más tarde, los bordes de las hojas se vuelven de color café, pueden arrugarse o enroscarse y a veces aparecen pequeñas manchas necróticas (muertas). Las plantas pueden marchitarse aun cuando haya suficiente agua en el sustrato. Cuando las deficiencias son severas, las hojas mueren (Fisher, 2003).

El potasio es conocido entre los productores por ser el “engordador”, no solamente del cultivo de la chiltoma, sino también de la mayoría de los cultivos, en especial aquellos donde el mesocarpio está masificado.

7.2.3.6 Transporte de iones hacia la raíz

Los elementos esenciales presentes en el suelo (salvo C, O y H que son obtenidos del aire y agua), pueden llegar a las raíces conforme a Salisbury y Ross (2000): Difundiéndose a través de la solución del suelo, por transporte pasivo junto con el agua que entra en las raíces, por desplazamiento en masa y por crecimiento de las raíces hacia ellos.

Según Salisbury y Ross (2000), el camino de apoplastos implica difusión y flujo masivo de agua, de célula en célula, a través de los espacios existentes entre los polisacáridos de la pared celular. Contenidos en esa agua se transportan tanto las sales minerales esenciales, como las no esenciales. Si una célula epidérmica absorbe un ión y éste se desplaza hacia el xilema a través del camino del simplasto, el ión debe atravesar en primer lugar la epidermis, después probablemente una exodermis, luego varias células corticales, la endodermis y, por último, el periciclo. Cualquier movimiento de este tipo, desde una célula viva a otra, puede implicar un transporte directo a través de cada una de las dos paredes primarias, la laminilla media compartida y las membranas plasmáticas de las células contiguas.

Alternativamente, el ión puede pasar a través de los plasmodesmos, que son estructuras tubulares que atraviesan las paredes celulares contiguas y la laminilla media de casi toda célula vegetal viviente.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

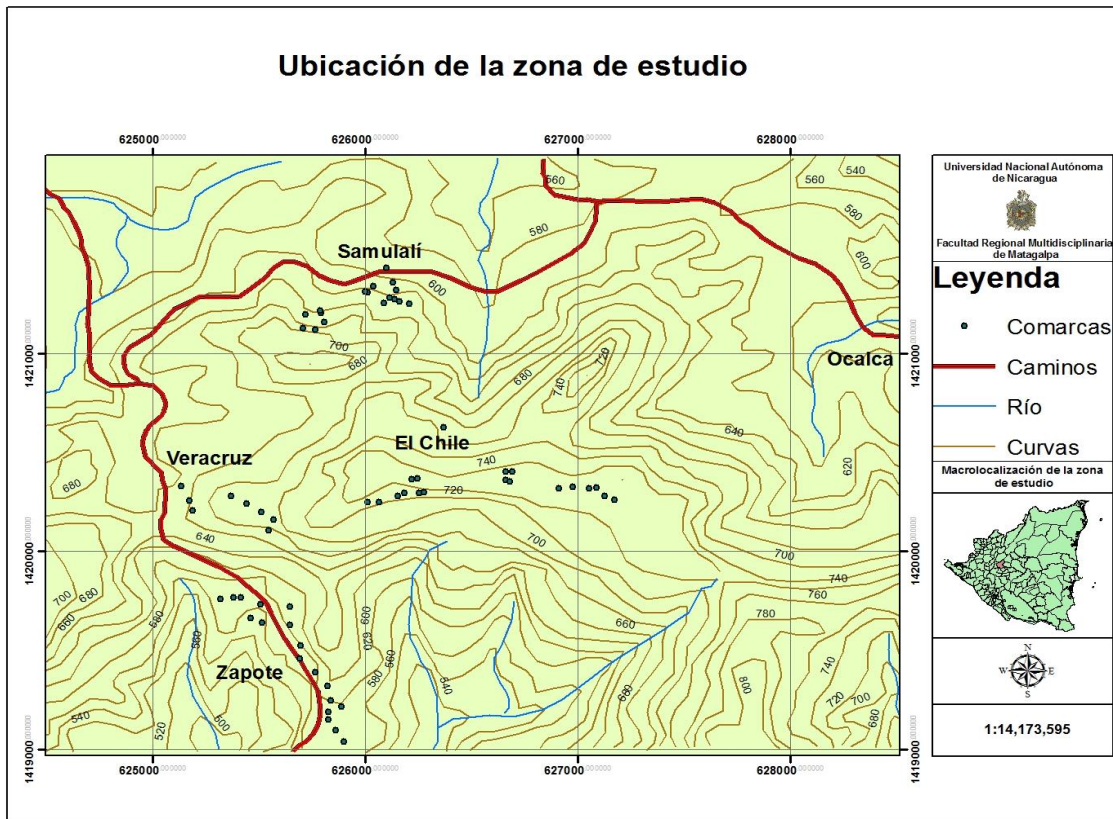
8.1 Descripción del sitio experimental

8.1.1 Localización

La comunidad del Chile está ubicada a 30 km de la ciudad de Matagalpa, en el departamento con el mismo nombre que su cabecera. La comunidad es de la jurisdicción del Municipio de San Dionisio. Presenta una única vía de acceso hecha de macadán y transitable durante todo el año. (AMUPNOR, 2009).

El estudio se estableció en la finca “Jardín del Edén”, propiedad de don Fausto Tinoco Chavarría, llevándose a cabo con el cultivo de chiltoma, variedad tres Cantos, sometido a 4 niveles de fertilización con triple quince (NPK). Dicho fertilizante contiene el 15 por ciento (%) de cada uno de los tres elementos referidos (nitrógeno, fósforo y potasio).

Fig. 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a INETER, 2010

8.1.2 Condiciones edafoclimáticas

La zona de estudio se encuentra en la jurisdicción del municipio de San Dionisio. De acuerdo con AMUPNOR (2009), caracterizándose por tener un clima de sabana tropical, sub-húmedo, con una temperatura media anual de 23° C en la zona alta y 26° C en la zona baja. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre y enero, mientras que las temperaturas más altas se presentan en los meses de abril y mayo. La zona recibe una precipitación media anual de 1350 hasta 1850 mm, aumentando de oeste a este, distribuidos en dos épocas muy bien diferenciadas de aproximadamente seis meses de duración cada una; la época lluviosa que va desde mayo hasta octubre, en la cual ocurre el 85 % de la precipitación y la época seca que va de noviembre a abril, el 15 % de la

precipitación restante; se caracteriza por presentar valores de precipitación que la ubican como húmeda y sub húmeda, temperaturas frescas en las zonas altas y cálidas en las partes bajas; la humedad es relativamente alta, con un promedio de 74.4 %, con una media mensual mínima de 65.7 % en abril y una máxima de 83 % en octubre.

8.2 Tipo de estudio

El enfoque del presente estudio es cuantitativo según Sampieri, Fernández, y Baptista (2006), porque usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento. El nivel de profundidad es explicativo ya que a como argumenta Rojas (2002), estudia el tipo de relaciones existentes entre ambas variables. Según el tiempo de estudio del fenómeno es longitudinal, ya que se efectúan observaciones en dos o más momentos o puntos en el tiempo (Sampieri *et al*, 2006), para el caso del presente estudio en 3 momentos (15, 30 y 45 días), después del trasplante.

El término datos longitudinales hace referencia a una clase especial de medidas repetidas, aquéllas donde la respuesta se observa en varios momentos subsecuentes en tiempo sobre la misma unidad experimental. interesa investigar cambios en el tiempo de características que se miden repetidamente sobre un mismo sujeto. Para este tipo de datos nos interesa explorar tanto la variabilidad entre sujetos como la variabilidad correspondiente a observaciones dentro de sujetos. (Balzarini, Macchiavelli, & Casanoves, 2008).

Señala el estudio longitudinal en que los individuos son observados atravez del tiempo en una clase de diseño de medida repetida en una sola linea donde las observaciones se toman en ocasiones seleccionadas con el proposito a seguir la curva continua sobre el tiempo. (Arnau & Bono, 2008).

La investigación se desarrolla en un contexto dado (condiciones edafoclimáticas de la zona), sujeto a una tecnología convencional para el control de los diferentes factores que afectan al cultivo (uso de plaguicidas). El diseño experimental que se implementó es de tipo Bloques Completamente al Azar (BCA), por ser el que reúne las características pertinentes para evaluar la variabilidad bajo las condiciones de fertilización dadas. Se eligió este modelo ya que según Pedroza, (2002) un diseño de bloques completos al azar (B.C.A), es aquel en que las unidades de estudio se distribuyen en grupos, de manera tal que las unidades de estudio dentro de un bloque o grupo son relativamente homogéneas, pero entre bloques son heterogéneas con relación al gradiente que se está bloqueando (pendiente).

8.3 Modelo y diseño experimental

8.3.1 Modelo Estadístico

El modelo estadístico (modelo que incorpora la aleatoriedad) es presentado como un caso especial del modelo estocástico. El modelo estadístico contiene componentes determinísticas y aleatorias (como los modelos estocásticos) pero asociadas a constantes desconocidas (parámetros) que deben ser estimadas a partir de los datos empíricos. Un modelo estadístico tradicionalmente usado en ensayos multi-ambientales es el modelo de análisis de la varianza (ANOVA) que se basa en la partición de la variabilidad total de la variable respuesta (Y) en una componente de la variabilidad debida a la influencia de factores de clasificación conocidos, más otro componente aleatorio asociado a la variabilidad residual o experimental (Balzarini, Robledo, Díaz, Tablada, González, Casanoves, 2008).

El modelo que se eligió, debido a sus características, es bloques completamente al azar (BCA), con 4 tratamientos y 4 réplicas que hacen un total de 16 unidades experimentales. Este diseño fue usado porque sostiene la variabilidad entre las unidades experimentales, maximiza las diferencias entre los bloques y es de fácil manejo e interpretación.

Modelo aditivo lineal del diseño de Bloques Completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Balzarini, et al, 2008})$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ = tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ = repeticiones

Y_{ij} = La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento

μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

β_j = Estimador del efecto debido al j -ésimo bloque

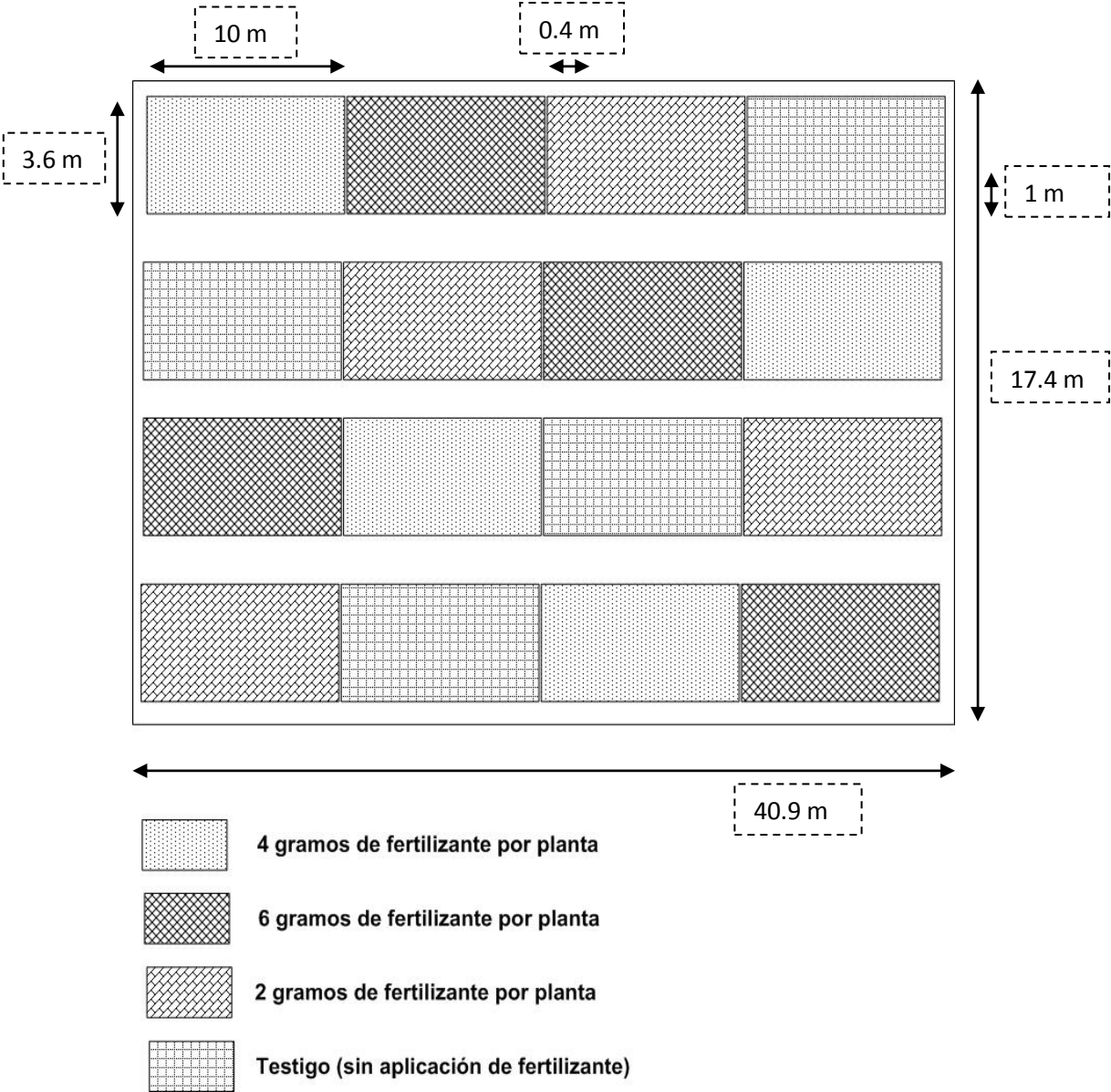
ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación

Se implementaron pruebas de comparación múltiple de Tukey para determinar las categorías estadísticas resultantes.

8.3.2 Establecimiento de parcelas experimentales

El área total del experimento fue de 711.66 m². Cada unidad experimental tiene un área aproximada de 36 m² (3.6 m de ancho por 10 metros de largo). La separación entre bloques fue de 1 m, y un borde libre de 30 cm. El número de plantas de la unidad de tratamiento fue de aproximadamente de 1,104 plantas, distribuidas en 16 unidades experimentales, cada una de ellas con 3 hileras (1 m de separación entre hilera e hilera) y 23 plantas por hileras (0.4 m entre planta y planta).

Fig. 2. Mapa de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia

8.4 Manejo agronómico del cultivo

8.4.1 Preparación del terreno

Debido a que se estableció en una región con pendientes altas y las características propias de la zona, se implementó labranza mínima, la cual consiste en combinar chapoda, aplicación de herbicidas y espeque. Se usó el herbicida Glifosato en primer momento, esperando que el cultivo cierre calle. Se desinfectó el suelo por medio de un método cultural, utilizando como materia prima cal (dispersando la cal en los bancos y homogenizando posteriormente).

8.4.2 Siembra y estancia en semillero

Se estableció en bancos utilizando 2 semillas por hoyo, en el cual se le dio al suelo las óptimas condiciones para la germinación y establecimiento del cultivo. Para el momento de la siembra el suelo se humedeció y luego de depositada la semilla, se tapó usando paja de zacate. Posterior a la germinación, se hizo un raleo tomando, criterios agronómicos para la selección correcta de la plántula, donde permanecieron cerca de 28 o 32 días, teniendo una altura de 0.15 m y entre 4 a 6 hojas verdaderas. Se realizó una fertilización, 15 días después de la germinación, aplicando enraizador (15-30-15), vía foliar, a razón de 50 cc por bomba de 20 litros.

8.4.3 Trasplante

Previamente a esta actividad, se humedeció con riego profundo los bancos para poder desprender fácilmente la plántula, se dejaron de regar por un día. Se seleccionaron las plántulas con mejor aspecto, tomando en cuenta el grosor del tallo (aproximadamente 0.1 mm), número de hojas (4 a 6 hojas) y una altura entre 10 y 20 cm.

Para el experimento fue necesario 711.66 m² (Ver explicación en fig.2). Aquí es donde se hizo de acuerdo a las especificaciones de Bloques Completamente al Azar (BCA) y estuvieron aquí durante su ciclo. Para la desinfección de los mismos se utilizó Counter granulado para el control de gallina ciega (*phyllophaga* sp) , en dosis de 2 gramos de producto por plántulas.

8.4.4 Fertilización

La fertilización en semillero se hizo foliar según como lo enuncia el su acápite de siembra y estancia en semillero. Posteriormente después del trasplante, se fertilizó con triple quince NPK en diferentes dosis, según los tratamientos a implementar (edáfico), en tres momentos, el primero a los 15 días, el segundo a los 30 días después del trasplante y el último a los 40 días. Para el caso de foliares, se implementó Triflax, triple 20 y Bayfolan Forte (50 cc/20 lts de agua).

8.4.5 Control de plagas

Se realizó por medio de un conjunto de medidas, tanto culturales como aplicaciones de químicos. Entre las medidas culturales, figuran las siguientes:

- ✓ Eliminación de plantas hospederas del género *Solanum*, hospederos alternos de las plagas que atacan al cultivo.
- ✓ Recolección y destrucción periódica los frutos infestados, siempre y cuando no hayan fuentes de infestación cercanas.
- ✓ Monitoreo de los niveles críticos 1 picudo (*cosmopolites* sp) por cada 100 botones florales.
- ✓ En el caso del control químico, se realizó rotación entre los diferentes insecticidas descritos a continuación:
- ✓ Curyon, Regent para el control del picudo (*cosmopolites* sp).
- ✓ Triazofos contra ácaros (*acar*us sirus).

- ✓ Monarca contra mosca blanca (*Bemisia tabaco*).
- ✓ Vydate para el control de Nematodos (*Meloidogyne* sp) .
- ✓ Uso de productos sistémicos, según la plaga y los niveles críticos.

8.4.6 Control de Enfermedades

Para el control de enfermedades se combinó, tanto medidas de control cultural, como químico. Entre las medidas de control cultural se hizo:

- ✓ Desinfección del suelo y los semilleros con cal.
- ✓ Eliminación de las malezas, residuos de cultivos y plantas infectadas.
- ✓ Se realizó drenaje para evitar humedad excesiva. Este se realizó junto con la preparación del terreno, realizando drenajes alrededor del experimento.
- ✓ Desinfección de las herramientas con cloro diluido al 2 %, en todos los procesos que contemplan el uso de tales herramientas (deshije, cosecha, etc).

El control químico consistió de la aplicación de productos químicos, tales como Manzate, Clorotalonil, Belish, Score, para reducir la incidencia de la enfermedad, alternándolos, para evitar la resistencia por parte, de los agentes causales.

8.4.7 Control de Maleza

En el control de maleza, dadas las dimensiones de las parcelas, se realizó por medio de chapodas, según lo requirió el cultivo.

8.4.8 Riego

El riego se realizó sólo en el caso que las precipitaciones no cubrieran con las necesidades hídricas del cultivo. Se hizo de manera manual, utilizando regaderas, con riegos profundos.

8.4.9 Cosecha

El inicio de la recolección ocurre entre los 50-60 días después del trasplante y permanece hasta los 150-170 días. Esta hortaliza, debe cosecharse antes de su madurez fisiológica, cuando esté de color verde.

Se realizó la cosecha utilizando tijeras o cuchillos. El instrumento de cosecha se desinfectó frecuentemente, para no producir contaminación o infección por patógenos de una planta enferma a una sana. En el fruto, se dejó una pequeña porción del pedúnculo, aproximadamente dos centímetros.

8.5 Variables e indicadores

8.5.1 Definición

8.5.1.1 Variables

Crecimiento y desarrollo: Según Salisbury y Ross, (2000), crecimiento significa aumento de tamaño y el desarrollo lo constituye la diferenciación celular.

Rendimiento productivo: De acuerdo con Montenegro y Vargas, (2010), Se define como la producción total ya sea expresado en unidades o peso por plantas.

8.5.1.2 Indicadores

- ✓ Altura de la planta: Se define como la distancia que existe desde el suelo hasta la parte apical de la planta medido en centímetros (cm) (IPGRI, 1995).
- ✓ Grosor del tallo: Es la medición del perímetro del tallo en su parte central expresado en milímetros (mm) (IPGRI, 1995).
- ✓ Largo de la hoja: Definido como la longitud de la hoja de chiltoma desde su parte basal hasta el ápice expresado en centímetros (cm). (IPGRI, 1995).
- ✓ Ancho de la hoja: Se refiere a las medidas lineales de la parte transversal de la hoja expresado en centímetros (cm) (IPGRI, 1995).
- ✓ Numero de hojas: Se refiere a la cantidad de hojas desarrolladas por cada planta (IPGRI, 1995).
- ✓ Número de yemas florales: Cantidad de primordios florales desarrolladas por planta (IPGRI, 1995).
- ✓ Número de flores: Lo constituye las unidades de flores que presenta cada planta muestreada (IPGRI, 1995).
- ✓ Color de flores (cualitativa): Se define con las diferentes tonalidades que adquieren las flores durante el desarrollo del cultivo basados en un patrón cromático (Montenegro y Vargas, 2010).
- ✓ Peso del fruto: Masa que posee el fruto en el momento del corte expresado en gramos (gr) (Montenegro y Vargas, 2010).
- ✓ Largo del fruto: Longitud que posee el fruto desde su parte basal hasta su ápice (Montenegro y Vargas, 2010).
- ✓ Ancho del fruto. Longitud del fruto en su parte basal (Montenegro y Vargas, 2010).
- ✓ Número de frutos: Definido como las unidades de fruto durante los diferentes cortes (Montenegro y Vargas, 2010).

8.5.4 Frecuencia de medición

En los indicadores de altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas, se realizaron mediciones a los 15, 30 y 40 días después del trasplante. El número de flores se efectuó durante la floración. Los demás indicadores se recolectaron en cada corte.

8.5.5 Muestreo

El muestreo se realizó tomando en cuenta el “efecto del borde” que explica Pedroza (2002), donde para evitar interferencia entre un conjunto de elementos contiguos, pero con diferentes atributos (ya sea por tratamiento o bloque) éstos no son sometidos a análisis. Por ende, se tomaron datos de plantas que se encuentra en el centro de cada bloque (hilera medular) y de 17 plantas de la hilera medular. No obstante, se eligieron de manera aleatoria 16 plantas por cada bloque.

Parcela útil

8.5.6 Recolección de datos

La recolección de datos se hizo efectuando el muestreo establecido en el punto 8.5.5 y con una frecuencia establecida en el punto 8.5.4, mediante la ficha técnica contenida en anexos del presente protocolo. Para tal actividad fueron necesarios los siguientes materiales y equipos:

- a) Pie de rey
- b) Cinta métrica
- c) Balanza
- d) Lápiz y cuaderno de anotación

8.5.7 Procesamiento de los datos

Los datos, una vez recopilados en campo en cada una de las etapas (ver punto 8.5.5), se procesó a digitalizar en una base de datos establecida en el programa SPSS, versión 17 para Windows, para su posterior análisis. En primera instancia, se aplicó estadística descriptiva para cada indicador, evaluándose la gráfica de la variación con indicadores crecimiento y desarrollo con respecto al tiempo y posteriormente el modelo estadístico (ANDEVA) establecido en el punto 8.3.1. A continuación se discutieron los resultados obtenidos para posteriormente emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

IX. RESULTADOS

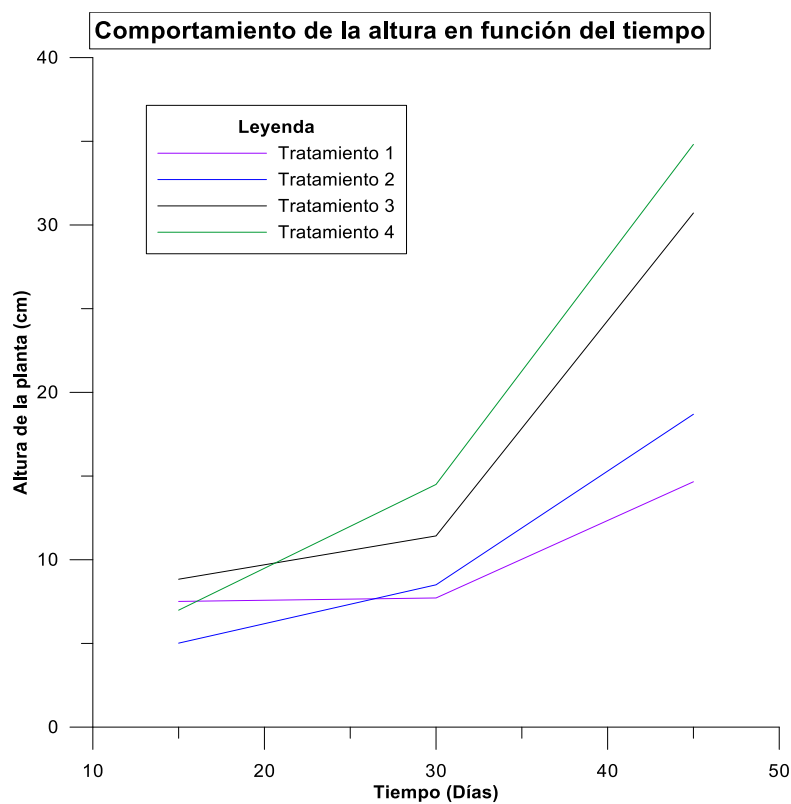
En este apartado se presentan los resultados correspondientes a la investigación llevada a cabo en la finca “Jardín del Edén”, discutiéndose estos resultados con la bibliografía correspondiente. Se hace un análisis indicador por indicador, iniciando con un análisis general del comportamiento de cada indicador en el tiempo (gráfico de líneas), para su posterior Análisis de Varianza (ANDEVA).

9.1 Crecimiento y desarrollo

9.1.1 Altura de la planta

A continuación se presenta un análisis descriptivo de la altura de la planta en función del tiempo. La altura de las plantas medidas en función del tiempo va aumentando conforme pasan los días.

Fig. 3. Comportamiento de la altura de la planta en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Las líneas continuas indican los valores promedio medido en 3 cortes en el tiempo (15, 30 y 45 días después del trasplante). Estas reflejan que conforme avanza el tiempo las diferencias entre la altura de un tratamiento y otro se van desarrollando. Montenegro y Vargas, (2010) caracterizaron 12 variedades criollas en el Valle de Sébaco, y encontraron valores por encima de los registrados en el presente estudio. Ambas investigadoras, por ejemplo en el corte de tiempo de 45 días después del trasplante, encontraron mediciones comprendidas entre 38 y 52.5 cm. Los resultados obtenidos en las 3 tomas de altura de las plantas realizadas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante revela que existe diferencia significativa entre los tratamientos realizados, ya que en los tres casos, p-value (p) es menor que el nivel de significancia (α) ($0.0001 < 0.05$).

Tabla 4. Separación de medias por Tukey: Altura de la planta

Tratamiento		cm a los 15 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	7.5094	2.135	b	7.7156	.484	d	14.6578	.91127	d
2	2 gr de NPK	5.0172	1.84396	c	8.5016	.69133	c	18.6922	3.57346	c
3	4 gr de NPK	8.8361	.91991	a	11.4234	1.17686	b	30.7141	6.35092	b
4	6 gr de NPK	6.9859	2.77190	b	14.4984	1.33898	a	34.8141	4.12595	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

A los los 15 días después del trasplante, la prueba de comparación múltiple de Tukey indicó que existen 3 categorías estadísticas, donde el tratamiento con mayor altura promedio (8.8361 cm), lo constituyó el tratamiento 3 (4 gr de NPK). Es importante destacar, que las plantas del tratamiento 1 y 4 se comportaron estadísticamente de forma similar.

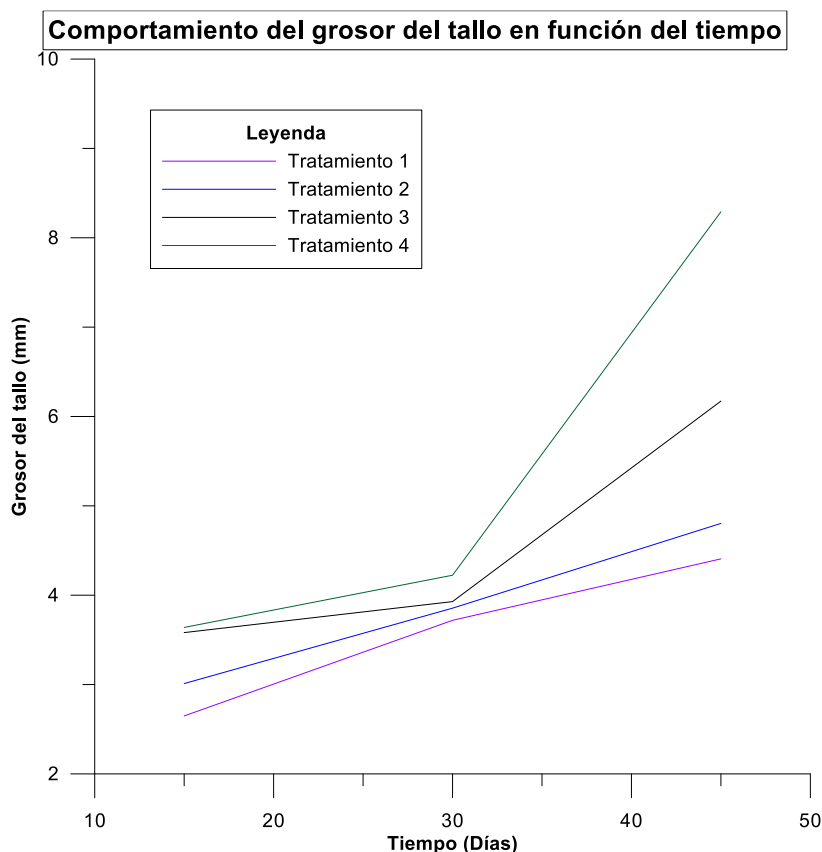
A los 30 días después del trasplante, el comportamiento cambió, pues se formaron 4 categorías estadísticas, donde sobresale el tratamiento 4 (6 gr de NPK) con el conjunto de plantas que obtuvieron el mayor promedio de altura. En el tercer corte de tiempo, (45 días después del trasplante), se mantuvo el mismo comportamiento del anterior corte en cuanto a las categorías estadísticas o subconjuntos. Así, se detecta que existe una relación proporcional directa entre la altura de las plantas y la fertilización. Este fenómeno es descrito por medio de la curva idealizada de crecimiento en función de cualquier elemento de la planta donde según Salisbury y Ross (2000), en el intervalo de deficiencia, el crecimiento aumenta radicalmente si se añade alguna cantidad del elemento (en este caso NPK) de forma que su concentración en la planta también aumenta. Por encima de la concentración crítica (es decir, la concentración tisular mínima que proporciona un crecimiento cercano al máximo, quizás hasta un 90 % de este máximo), el incremento de la concentración (por fertilizaciones) no afecta el crecimiento de manera apreciable (zona de concentración adecuada).

La zona adecuada representa el consumo extra del elemento durante el que se produce su almacenamiento en las vacuolas. Esta zona es bastante amplia para los macronutrientes pero es mucho más estrecha para los micronutrientes. Un aumento continuo de cualquier elemento produce toxicidad en el crecimiento (zona de toxicidad). Mayores altura trae como beneficio un mayor número de yemas, estas a su vez se convierte en flor y por ende esto se traduce en mayor número de frutos posibles.

La máxima desviación típica se presenta en los cortes de 15 días y 45 días, presentando un estrangulamiento en los 30 días. La variabilidad se presenta debido a que las plantas responde en diferente medida, basado en su especificidad genética. El tratamiento 3 (4 gr de NPK) parece responder diferenciadamente, ya que la presenta la máxima variabilidad entre los tratamientos.

9.1.2 Grosor del tallo

Fig. 4. Comportamiento del grosor del tallo en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en campo.

Conforme el tiempo transcurre, el grosor del tallo va aumentando, lo que evidencia la necesidad que tiene la planta de aumentar el diámetro del tallo no solo como elemento de sostén y estructural, sino también, como elemento fisiológico fundamental en los diferentes procesos que realiza la planta (el tallo alberga los conductos vasculares que transporta sustancias nutritivas en diferentes direcciones).

La relación que existe entre la elongación y el grosor del tallo se encuentra dado por las microfibrillas presente en la pared celular. Según Salisbury y Ross (2000), en las células en elongación, las microfibrillas se encuentran enrolladas transversal alrededor del eje longitudinal, como si fueran muelles muy apretados.

Dado que la fuerza generada por la presión de turgencia de una célula relativamente grande (100 μ m de diámetro) se aplica a una pared primaria muy delgada (0.1 μ m), una presión de turgencia de 1 MPa (Megapascales) genera al menos 250 MPa (Megapascales) de fuerza tangencial y longitudinal que la pared debe resistir. La orientación de las microfibrillas evita que los cilindros en crecimiento se vuelvan esféricos. (Salisbury y Ross 2000).

Tabla 5. Separación de medias por Tukey: Grosor del tallo.

Tratamiento		mm a los 15 días	Desv. Típica	Tukey	mm a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	mm a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	2.6484	.581	b	3.7188	.342	c	4.4063	.27595	d
2	2 gr de NPK	3.0109	.54485	b	3.8547	.49117	bc	4.8031	.30183	c
3	4 gr de NPK	3.5813	1.37954	a	3.9281	.37181	b	6.1719	.71414	b
4	6 gr de NPK	3.6391	1.00643	a	4.2234	.43598	a	8.2906	.88797	a

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

En cada uno de los cortes del tiempo se manifiestan diferentes comportamientos. Esto hace suponer que la fertilización juega un papel fundamental durante el proceso de división celular y diferenciación, cambiando el número de grupos o categorías estadísticas a medida que el tiempo transcurre. Es interesante destacar que los datos aparentemente se acercan más en el segundo corte de tiempo (30 días).

El análisis de varianza revela que existen diferencias significativas entre los tratamientos. A los quince días después del trasplante, se conformaron dos categorías estadísticas, donde el tratamiento 3 y 4 obtuvieron los mejores resultados. En el segundo corte de tiempo (30 días después del trasplante), se conforman 3 categorías estadísticas, donde el tratamiento 2 conforma un valor estadístico medio entre la categoría b y c. El tratamiento 4 (6 gr de NPK), obtuvo los mejores resultados con un promedio de 4.22 mm de diámetro del tallo, y el tratamiento 1 (testigo) generó los promedios estadísticamente inferiores. Es importante destacar, que el tratamiento 2 puede ubicarse estadísticamente en cualquiera de las dos categorías (b o c).

A los 45 días después del trasplante, cada tratamiento corresponde a una categoría estadística. Por tanto, queda implícito el hecho de que la fertilización juega un papel fundamental en las características fitométricas, y que a medida que se aumenta la dosis del fertilizante (aunque esta tendencia no siempre es lineal), lo hace el diámetro del tallo. No obstante, el tratamiento 4 se mantuvo como el tratamiento con los mejores resultados. Montenegro y Vargas (2010), encontraron diámetros que oscilan 8.6 mm hasta 12.5 mm.

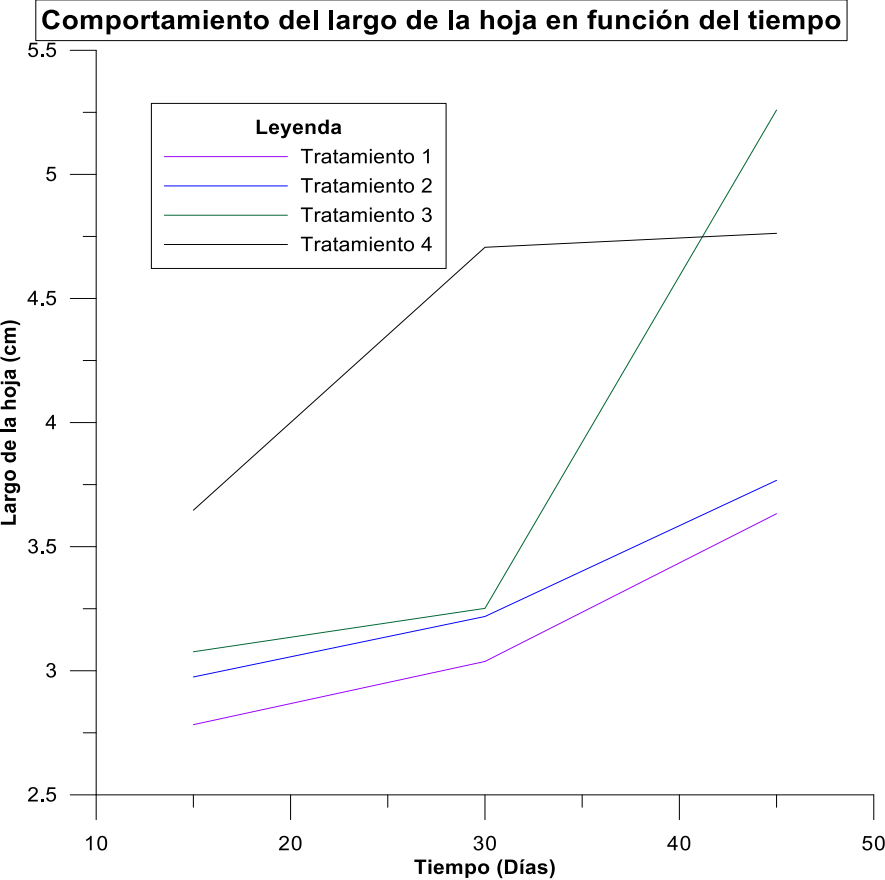
El grosor de tallo tiene repercusiones en la producción. Según Montenegro y Vargas (2010), las plantas que presentan mayor diámetro no corren el riesgo de acame, ya que poseen un tallo grueso y fuerte, esto evita que los frutos hagan contacto con el suelo, debido a su peso que de suceder afecta la calidad del fruto, por la decoloración y/o la afectación por patógenos.

9.1.3 Largo de las hojas

La elongación de las hojas del cultivo de chiltoma, al igual que las anteriores variables, aumenta conforme el tiempo transcurre, como parte del proceso de crecimiento. Esto va en conformidad a modelos realizados en maíz y otras plantas anuales por Sinnot (1960) y Richards, 1969 citado por Salisbury y Ross (2000),

que explican que existen 3 fases (en el crecimiento): una logarítmica, una lineal y otra de senescencia, donde la primera (logarítmica) corresponde a los primeros cincuenta días. En la fase logarítmica el tamaño aumenta en forma exponencial con el tiempo. Por tanto, la tasa de crecimiento es baja al principio, pero aumenta continuamente.

Fig. 5. Comportamiento del largo de las hojas en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

Las dimensiones de las hojas tal y como se conoce (el hecho de que las dimensiones longitudinales sean mayores que las transversales), está explicado porque las paredes primarias de las células en crecimiento consta de microfibrillas de celulosa, incrustadas en una matriz amorfa de polisacárido no celulósico y algunas proteínas, que funcionan como cable de varios hilos, que permite que sea más fácil el crecimiento en sentido perpendicular a la orientación de los ejes de las microfibrillas.

Los resultados obtenidos en las 3 tomas del largo de las hojas de las plantas realizadas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos realizados ($p < \alpha$).

Tabla 6. Separación de medias por Tukey: Largo de las hojas.

Tratamiento		cm a los 15 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	2.7828	.701	c	3.0375	.476	b	3.6328	.73809	c
2	2 gr de NPK	2.9750	.54743	bc	3.2188	.59519	b	3.7672	.81845	c
3	4 gr de NPK	3.0766	.41814	b	3.2516	.60474	b	5.2594	.58763	a
4	6 gr de NPK	3.6469	.59093	a	4.7063	.61176	a	4.7625	1.28378	b

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

El primer corte en el tiempo sugiere la presencia de 3 categorías estadísticas, donde el tratamiento 4 presentó el mejor comportamiento respecto a los demás grupos. El tratamiento 2 estadísticamente puede estar contenido en la categoría del tratamiento 3 (b), o bien, con el tratamiento 2 (c). Es importante mencionar que la mayor variabilidad de datos se presentó en el tratamiento 1, por lo que presenta mayor desviación típica.

A los 30 días después del trasplante, cambió por completo el comportamiento de los diferentes tratamientos, ya que se forman solamente 2 grupos, donde los tratamientos 1, 2 y 3 conforman un solo grupo, y separado de ellos (estadísticamente) el tratamiento 4.

No obstante, a los 45 días después del trasplante, las pruebas de comparación múltiple configuraron de nuevo 3 grupos estadísticos, donde el tratamiento 3 corresponde a la categoría con los mayores resultados. Es remarcable que este tratamiento obtuvo la mayor variabilidad provista por su desviación típica. El tratamiento 1 y 2 conformaron una sola categoría estadística. Esto implica que el tratamiento 4 tuvo muchas fluctuaciones en su comportamiento (largo de las hojas) en función del tiempo, particularmente a los cuarenta y cinco días.

Los datos sugieren que existe un “punto de equilibrio” entre la cantidad de fertilizante y el largo de las hojas. A pesar de ello, es necesario que exista fertilización para obtener los resultados deseados. Esto va en congruencia con el hecho de que se necesitan las unidades básicas para la construcción celular de los diferentes tejidos (en este caso de las células que le dan conforman a la longitud de las hojas).

Según Salisbury y Ross (2000), el crecimiento está en función de la división celular (citocinesis), crecimiento celular y la diferenciación celular, es importante recalcar el papel que cumplen las sales minerales (contenidas en los fertilizantes), para llevar a cabo cada uno de los diferentes procesos.

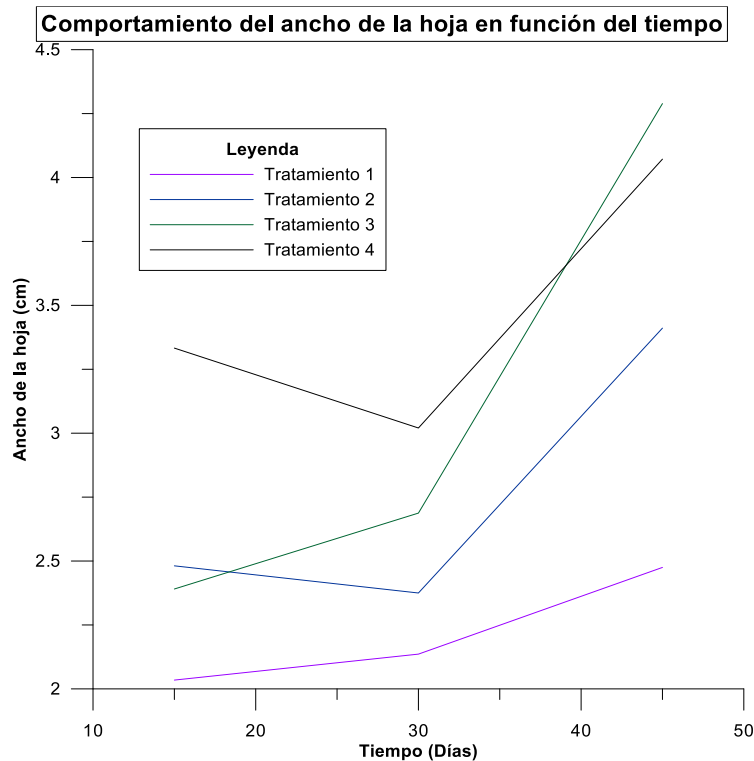
La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2002) destaca que el Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta, se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas, siendo el constituyente esencial de las proteínas. Está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento.

El Fósforo (P), juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El Potasio (K), activa más de 60 enzimas, por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. A su vez mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad.

9.1.4 Ancho de la hoja

El ancho de la hoja está ligada (junto con el largo de la misma), al proceso de la fotosíntesis, pues implica una mayor superficie que alberga un conjunto de organelos celulares denominados cloroplastos. De acuerdo con Guevara (1999), una célula vegetal individual puede poseer hasta 50 cloroplastos.

Fig.6. Comportamiento del ancho de la hoja en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

Al aumentar el número de células vegetales, lo hará de igual forma el número total de cloroplastos, lo que a su vez hará incrementar la tasa fotosintética, y por lo tanto la planta contará con más unidades disponibles para su funcionamiento durante las diferentes etapas del ciclo vegetativo.

La figura 6, muestra que hasta los treinta días después del trasplante, el crecimiento es lento respecto al crecimiento ocurrido después de este corte. Este comportamiento está influenciado por los procesos que imperan en las plantas, particularmente en las dicotiledóneas, como lo es la chiltoma. De acuerdo con Salisbury y Ross (2000), en las hojas de las dicotiledóneas, la mayoría de las divisiones celulares se detienen mucho antes que la hoja haya crecido por completo, normalmente cuando ha alcanzado casi la mitad de su tamaño final, por lo que la expansión final de la hoja se debe únicamente al crecimiento de las

células ya formadas, que tienen lugar en toda la superficie de la hoja, pero no de modo uniforme. Cuando se produce la expansión de la hoja, las células del mesófilo detienen su crecimiento antes que la epidermis en expansión aparta a las células del mesófilo y genera un extenso sistema de espacios intercelulares en el mesófilo (Salisbury y Ross, 2000).

Los resultados obtenidos en las 3 tomas de ancho de las hojas de las plantas, realizadas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante, indican que existe diferencias significativas entre los tratamientos realizados ($p < \alpha$)

Tabla 7. Separación de medias por Tukey: Ancho de la hoja

Tratamiento	cm a los 15 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	cm a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
Testigo	2.0344	.607	c	2.1359	.427	d	2.4750	.37544	c
2 gr de NPK	2.4813	.64411	b	2.3750	.38709	c	3.4109	.55951	b
4 gr de NPK	2.3906	.64411	b	2.6875	.38709	b	4.2891	1.14948	a
6 gr de NPK	3.3328	.67895	a	3.0203	.42471	a	4.0719	.92109	a

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

El ancho de las hojas a los 15 días después del trasplante, indica la construcción de 3 categorías estadísticas, según Tukey. El tratamiento 4 (6 gr de NPK), generó las mayores dimensiones en el ancho de las hojas. Los tratamientos 2 y 3 conforman un sólo grupo o categoría estadística.

A los 30 días después del trasplante, se formaron 4 categorías estadísticas, donde cada tratamiento corresponde a una categoría. No obstante, prevalece el hecho de que el tratamiento 4 fue el que reflejó las mayores dimensiones.

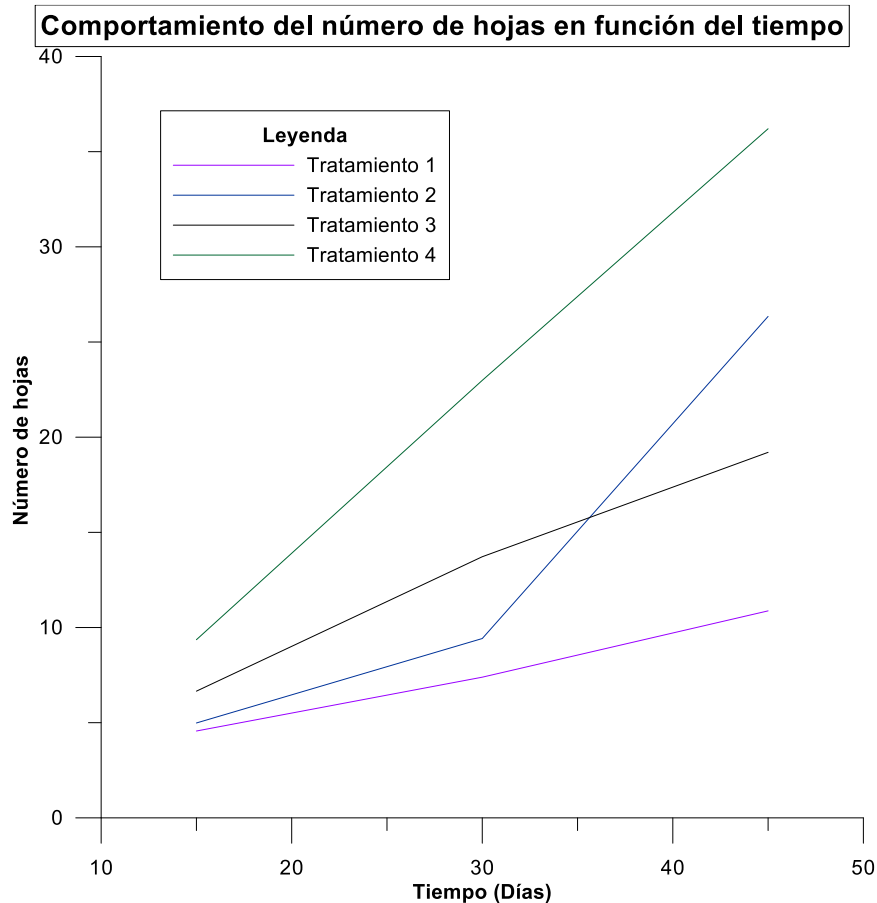
El tercer corte en el tiempo (45 días después del trasplante), al igual que el primero, conformó 3 categorías estadísticas. Sin embargo, la categoría que agrupa las hojas más anchas está constituido por los tratamientos 3 y 4. Esto indica, que el aumento de las cantidades de fertilizante tienen un impacto indiscutido en el ancho de las hojas.

Según Salisbury y Ross (2000), casi todas las especies destinan la mayor parte de su biomasa a la zona aérea de la planta, por ello, parece razonable que la absorción de sales minerales deba quedar controlada, en parte, por los procesos que se producen en la zona áreas. Existen dos forma de ver este control: en un sentido de *demanda*, la zona aérea puede aumentar la absorción de las sales minerales en la raíz, utilizando rápidamente esas sales para destinarlas a productos de crecimiento (por ejemplo, proteínas, ácidos nucleicos y clorofila). En un sentido de *aporte*, la zona aérea aporta carbohidratos, por medio del floema, que la raíz debe respirar para producir ATP, necesario para la absorción de las sales minerales.

Dado que existe mayor concentración de fertilizante en el medio circundante de la planta, la absorción de éste se vuelve mayor y a la vez aumenta la respiración, que aumente el ATP necesario para que se de tal proceso. Por tanto, este aumento de fertilizante se ve reflejado en las dimensiones de las hojas.

9.1.5 Número de hojas

Fig. 7. Comportamiento del número de hojas en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

El número de hojas y el tamaño de éstas garantizan que la fotosíntesis obtenga su máximo rendimiento. Cuanto mayor sea el número de hojas y mayor las dimensiones de ésta, se traducirá no solo en una mayor producción, sino que también en un buen desarrollo y crecimiento de la misma. La fertilización y su equilibrio juega un papel importante en estas características. Según Salisbury y Ross (2000), los factores que estimulan el crecimiento de la parte aérea pueden retardar el desarrollo de las flores, los tubérculos y los frutos.

La figura 7, muestra que conforme pasa el tiempo, las plantas del experimento aumentaron el número de hojas como resultado de la diferenciación celular.

Los resultados por medio de ANDEVA, en los Bloques Completamente al Azar indican, que existe diferencia significativa entre los tratamientos a lo largo de los diferentes cortes en el tiempo.

Tabla 8. Separación de medias por Tukey: Número de hojas por planta.

Tratamiento		Unid. a los 15 días	Desv. Típica	Tukey	Unid. a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	Unid. a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	4.5625	2.092	c	7.3906	1.443	d	10.8750	2.23607	d
2	2 gr de NPK	4.9844	2.24310	c	9.4219	1.88397	c	19.2031	3.46052	c
3	4 gr de NPK	6.6563	1.44989	b	13.7188	2.25000	b	26.3438	4.56411	b
4	6 gr de NPK	9.3594	2.37959	a	22.9844	3.66230	a	36.2031	5.47485	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

A los quince días después del trasplante se forman 3 categorías estadísticas, donde el tratamiento 4 (6 gr de NPK) obtiene los promedios más altos. Los tratamientos 1 y 2 constituyen un solo grupo estadístico, con los menores promedios. El tratamiento 3 es el tratamiento con menor variabilidad de su conjunto de datos.

A los treinta días después del trasplante, se instaura un nuevo comportamiento donde cada tratamiento funge como categoría estadística, además, que el tratamiento 4 pasa a poseer la mayor variabilidad en su conjunto de datos.

Hacia el tercer corte en el tiempo, el comportamiento se asemeja al anterior corte, en cuanto cada tratamiento corresponde a una categoría estadística. Sin embargo, existe un cambio sustancial, pues el tratamiento 2 tiene resultados más deseados que el tratamiento 3, muy diferente al comportamiento de los 30 días después del tratamiento. La mayor variabilidad lo registra el tratamiento 4.

9.1.6 Número de yemas florales

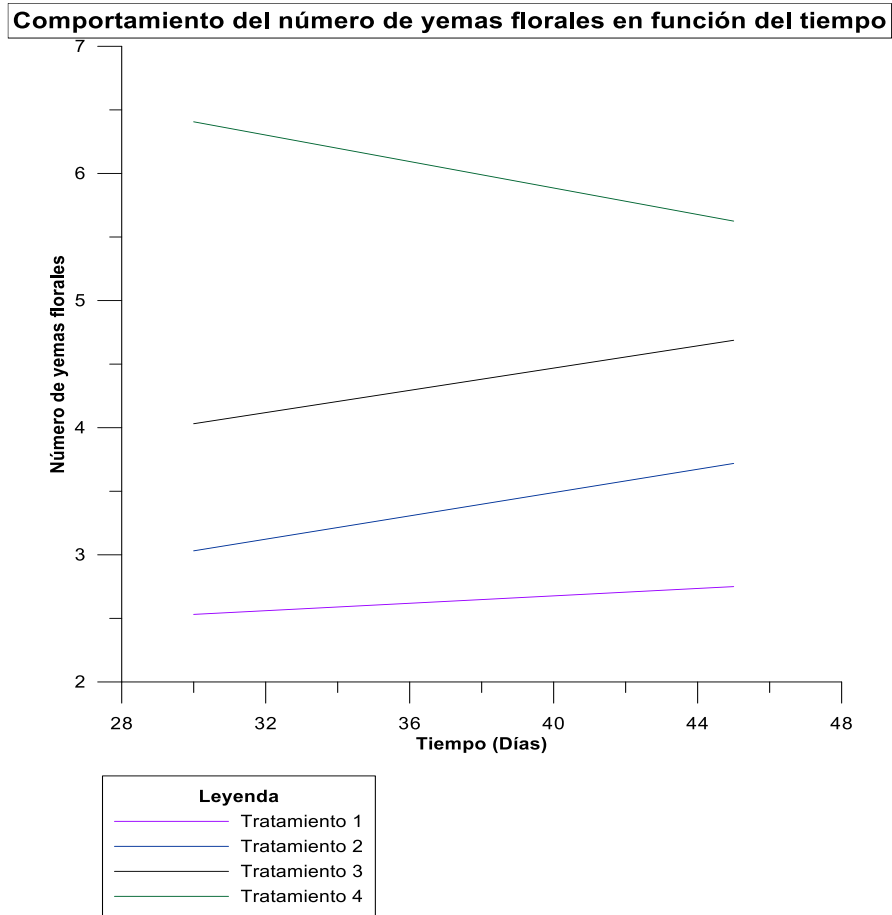
Las yemas o primordios florales constituyen los estados juveniles de las flores. Por tanto, su presencia condiciona la aparición de las flores, que posteriormente se transformarán en frutos. En el campo, los campesinos y las personas dedicadas al rubro de la chiltoma, denominan a este órgano vegetal como “buchón”.

La figura 8, revela que desde su aparición (antes de los treinta días después del trasplante), los primordios florales aumentan lentamente conforme avanza el tiempo, aumentando hacia los 45 días su variabilidad, posiblemente influenciada por los diferentes tratamientos. Los primordios florales se van transformando en flores, por tanto, su aumento en número de unidades es poco significativo.

Es importante destacar que el tratamiento 4, a pesar de que obtuvo los máximos valores obtuvo un comportamiento atípico respecto al resto (disminuye conforme avanza el tiempo). Este comportamiento hace suponer, que el tratamiento 4 (6 gr de NPK), acelera el proceso de transformación de yemas florales a flores, si contrasta con el número de flores.

Los resultados obtenidos del Análisis de Varianza (ANDEVA) indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, ya que p-value (0.0001), es menor que el nivel de significancia (α), establecido en 0.05.

Fig. 8. Comportamiento de las yemas florales en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de campo.

Tabla 9. Separación de medias por Tukey: Yemas florales.

Tratamiento		Unidades a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	Unidades a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	2.5313	.908	d	2.7500	1.00791	d
2	2 gr de NPK	3.0313	.92528	c	3.7188	1.21458	c
3	4 gr de NPK	4.0313	1.00741	b	4.6875	1.20679	b
4	6 gr de NPK	6.4063	1.47701	a	5.6250	1.33927	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

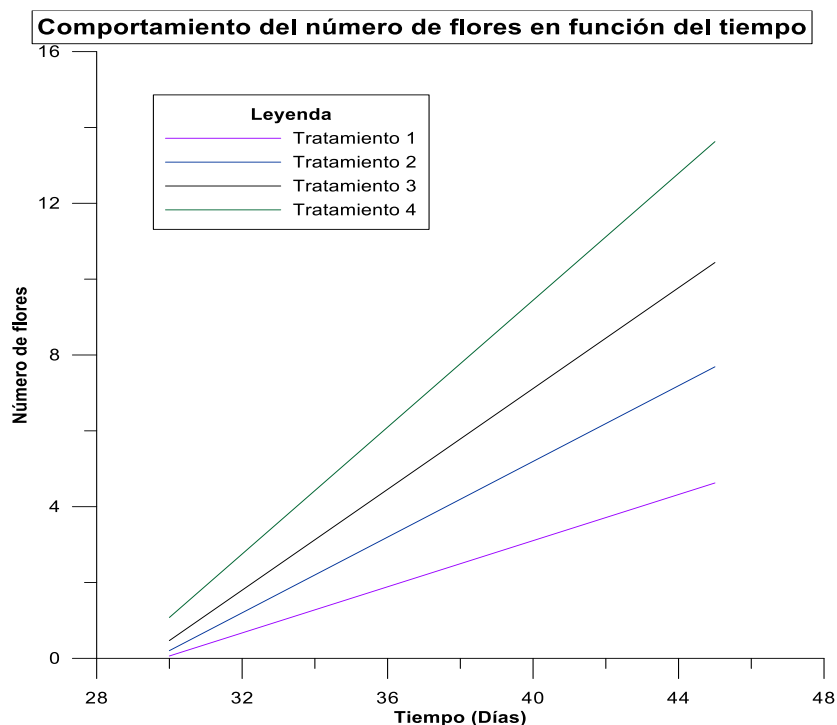
A los treinta días después del trasplante, la mayor variabilidad del conjunto de datos lo representa el tratamiento 4 y 3 (en ese orden se da la mayor variabilidad). Dado a que existe diferencia significativa, Tukey revela que existen 4 categorías estadísticas, una categoría para cada tratamiento.

A los 45 días, llama la atención de que la variabilidad se comporta de manera homogénea en todos los tratamientos. Tukey revela que persiste el comportamiento establecido en el anterior corte en el tiempo, pues cada categoría estadística corresponde a un tratamiento.

9.1.7 Número de Flores

Las flores son los antecesores de los frutos, por tanto, una adecuada floración se traduce en una buena fructificación. El tipo de flor que presenta una determinada planta será un punto importante en el momento de generar frutos y semillas.

Fig. 9. Comportamiento del número de flores en función del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

De acuerdo con Salisbury y Ross (2000), la mayoría de las especies de angiospermas producen flores bisexuales (perfectas), que contienen partes funcionales femeninas y masculinas. En el caso de la chiltoma presenta una flor de tipo perfecta.

Al inicio del primer corte de muestreo, ocurrido a los treinta días después del trasplante, existen pocas plantas (de las muestreadas), con flores. Sin embargo, al transcurrir el tiempo, las flores van apareciendo, asumiendo un comportamiento lineal, con una pendiente (m) pronunciada. A medida que la variable tiempo es mayor, la variabilidad del número de flores promedio en el conjunto de plantas aumenta.

Este comportamiento precede porque cada primordio floral, que constituye una etapa juvenil de las flores, van “madurando”, dando cavidad a mayor número de flores.

El Análisis de Varianza demuestra que existe diferencias significativa entre los tratamientos propuesto, ya que p-value es menor que el nivel de significancia (α).

Tabla 10. Separación de medias por Tukey: Número de flores.

	Tratamiento	Unid. a los 30 días	Desv. Típica	Tukey	Unid. a los 45 días	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	.0625	.244	c	4.6250	1.53788	d
2	2 gr de NPK	.2031	.53983	bc	7.6875	1.82465	c
3	4 gr de NPK	.4688	.73396	b	10.4375	4.10913	b
4	6 gr de NPK	1.0781	.89628	a	13.6250	3.76913	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

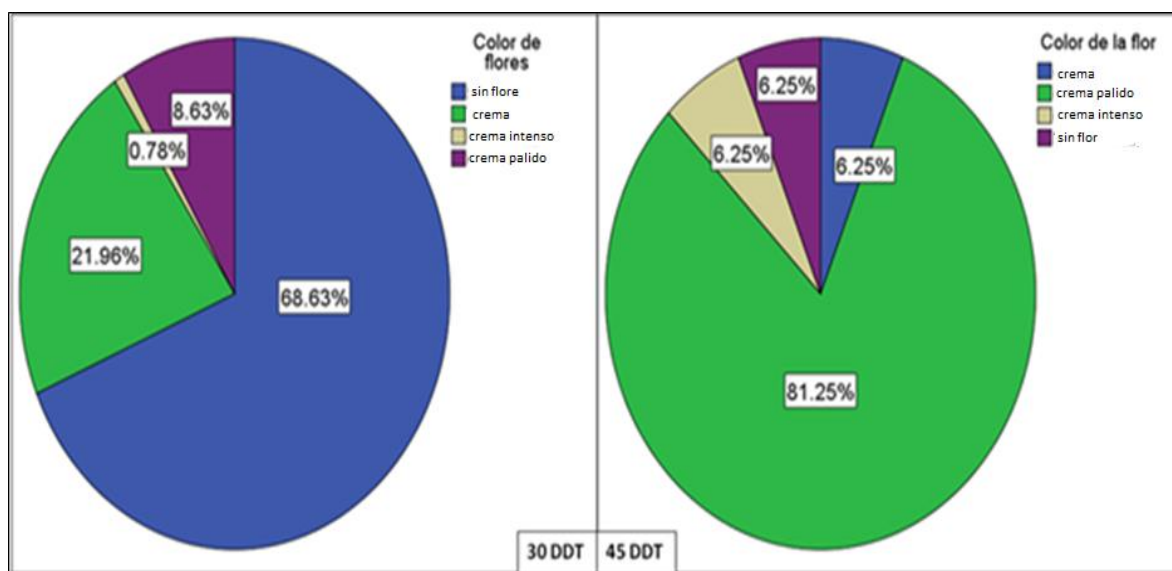
A los treinta días después del trasplante, se identifican el tratamiento 4 (6 gr de NPK), produce el mayor número promedio de flores por planta, seguido del tratamiento 3 y 2, aunque este último, estadísticamente puede estar en la categoría "b" junto al tratamiento 3, o con la categoría "c" del tratamiento 1 (testigo). La mayor variabilidad se registró en el tratamiento 4, con una desviación típica de 0.8963 cm.

Hacia los cuarenta y cinco días después del trasplante, se conforman categorías bien definidas, donde cada categoría corresponde a cada tratamiento, como ha ocurrido con otras variables evualuadas previamente. El tratamiento 3 presentó la variabilidad más alta entre su conjunto de datos, con una desviación típica de 4.11 cm, 0.34 cm más que el tratamiento 4.

Está claro, que el tratamiento con mayores cantidades de fertilizante resulta ser el que obtiene mayor número de flores. Esto es, porque según Salisbury y Ross (2000), las flores en desarrollo tienen la capacidad para extraer sales minerales, azúcares y aminoácidos. Por tanto, cuando existe mayor disponibilidad otorgada por la fertilización edáfica de las diferentes sales minerales, promueve la generación de tejidos necesarios para la formación de estos órganos vegetales.

9.1.8 Color de las flores

Fig. 10. Color de las flores.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

La figura 10 muestra el comportamiento del color de las flores en dos cortes de tiempos (treinta, y cuarenta y cinco días después del trasplante). El primer corte se caracteriza porque muchas de las plantas no contaban con flores. No obstante, el color que predominó dentro de ese pequeño grupo (alrededor del 31.25 %), fue el color crema. Laguna *et al* (2004), indica que las flores de chiltoma son actinomorfas, hermafroditas, aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca, el estigma generalmente está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización.

La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia, que no supera el 10 %. En el segundo corte, todas las plantas contaban con flores y el color predominante fue el cremoso (81.25 %).

9.2 Rendimiento

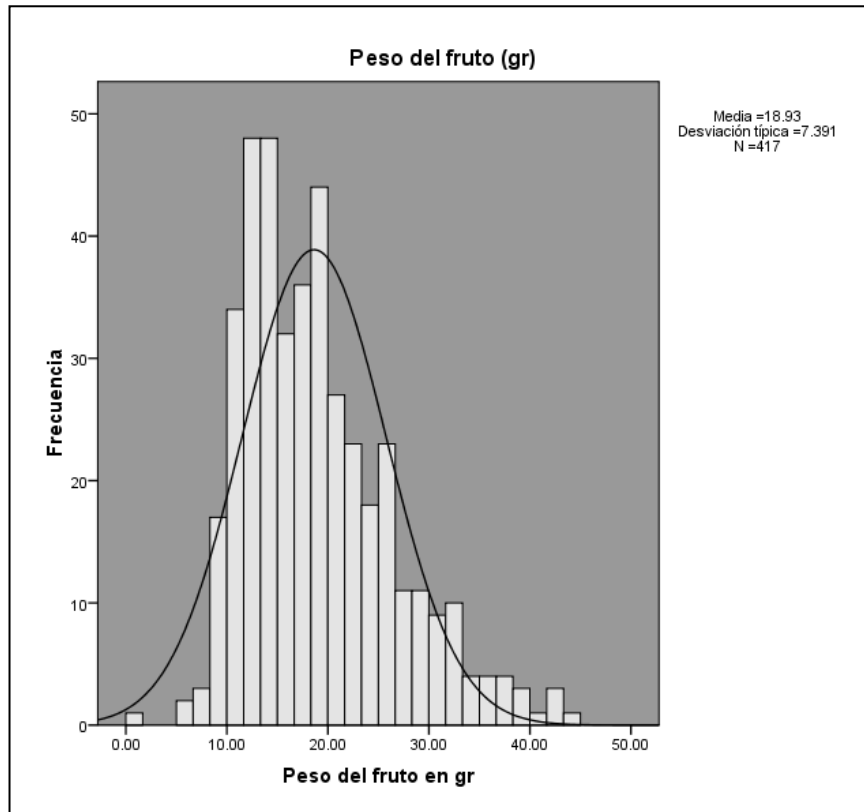
9.2.1 Peso del fruto

El fruto constituye en el cultivo de la chiltoma, el producto que más interesa a los productores, ya que es el bien que comercializan al mercado. De acuerdo con Laguna *et al*, (2004) su peso es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos.

El conjunto de datos obtenidos del peso del fruto en el experimento, va desde 1.54 gr hasta 44.67 gr, con un promedio de 18.93 gr, lo que revela cierta asimetría, dado que su mínimo y máximo teórico corresponde a 4.15 gr y 33.72 gr respectivamente ($\mu-2\sigma$, $\mu+2\sigma$) y comprobado por medio del coeficiente de asimetría. La figura 11, refleja el histograma del conjunto de datos con su curva normal, con un alto apuntamiento entre los 10 gr y 20 gr. Es interesante notar así mismo, que la desviación típica es considerablemente alta, casi la tercera parte de la media aritmética (2.56).

Los resultados obtenidos de ANDEVA indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. En el peso del fruto se conforman dos categorías estadísticas bien definidas. La primera conformada por el tratamiento 4, revelando los mejores resultados del experimento. La segunda conformada por los tratamientos 1, 2 y 3.

Fig. 1. Histograma del peso del fruto.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Tabla 11. Separación de medias por Tukey: Peso del fruto.

	Tratamiento	Peso del fruto (gr)	Desviación típica	Tukey
1	Testigo	18.3054	7.07631	B
2	2 gr de NPK	16.2860	5.94584	B
3	4 gr de NPK	17.6824	6.40048	B
4	6 gr de NPK	21.9300	8.17404	A

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Por tanto, los datos muestran que a niveles óptimos de fertilización, se obtienen mayores rendimientos productivos, por ende mayores ganancias para los productores.

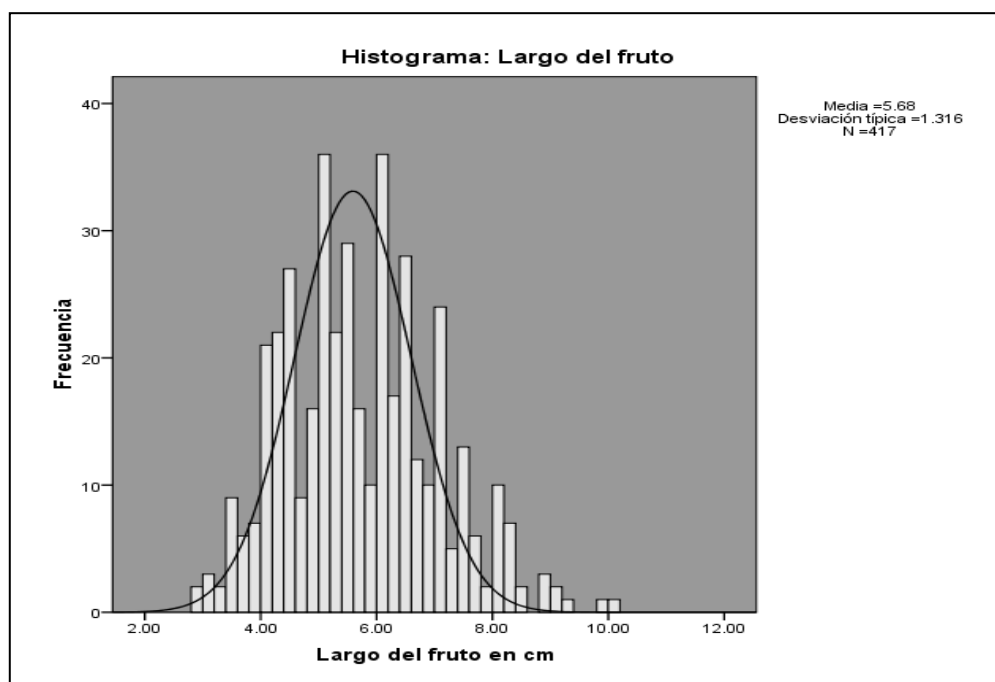
9.2.2 Largo del fruto

El largo, en conjunto con el ancho y el peso del fruto, son las características más deseadas por el mercado de la chiltoma; es por ello que los productores invierten recursos y esfuerzos para conseguir tales características. El largo está dado por las características fitométricas intrínsecas de la variedad, control de plagas y enfermedades, manejo y la fertilización.

El conjunto de datos tiene un comportamiento normal, casi simétrico (0.12 de asimetría) con clases en el centro que distorsiona las clases centrales, con dos clases modales.

El Análisis de Varianza demuestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos propuestos, ya que p-value es menor que el nivel de significancia (α). La tabla 13 muestra el promedio y desviación típica del fruto, así como su clasificación, según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Fig. 2. Histograma largo del fruto.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Tabla 12. Separación de medias por Tukey: Largo del fruto.

Tratamiento		Largo del fruto (cm)	Desviación típica	Tukey
1	Testigo	5.7639	1.31592	a
2	2 gr de NPK	5.2123	1.14044	b
3	4 gr de NPK	5.5784	1.31754	ab
4	6 gr de NPK	5.9964	1.33245	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Los resultados indican que existen dos categorías en donde el tratamiento 3, puede encontrarse (estadísticamente) en cualquiera de las dos categorías. El tratamiento 4 (6 gr de NPK), es el tratamiento que obtiene los mejores promedios. Sin embargo, es interesante observar que estadísticamente no existe diferencia significativa entre el tratamiento 4 y el testigo, lo que sugiere que la fertilización no parece tener efecto en cuanto a este indicador.

Montenegro y Vargas (2010), encontraron que el rango del largo de los frutos de 12 variedades de chiltoma criolla en diferentes partes de la región norte con fertilización foliar, oscilaba entre 7.96 y 10.51 cm. Las diferencias entre este estudio y el presente, pueden deberse a las variedades utilizadas, así como a factores edafoclimáticos.

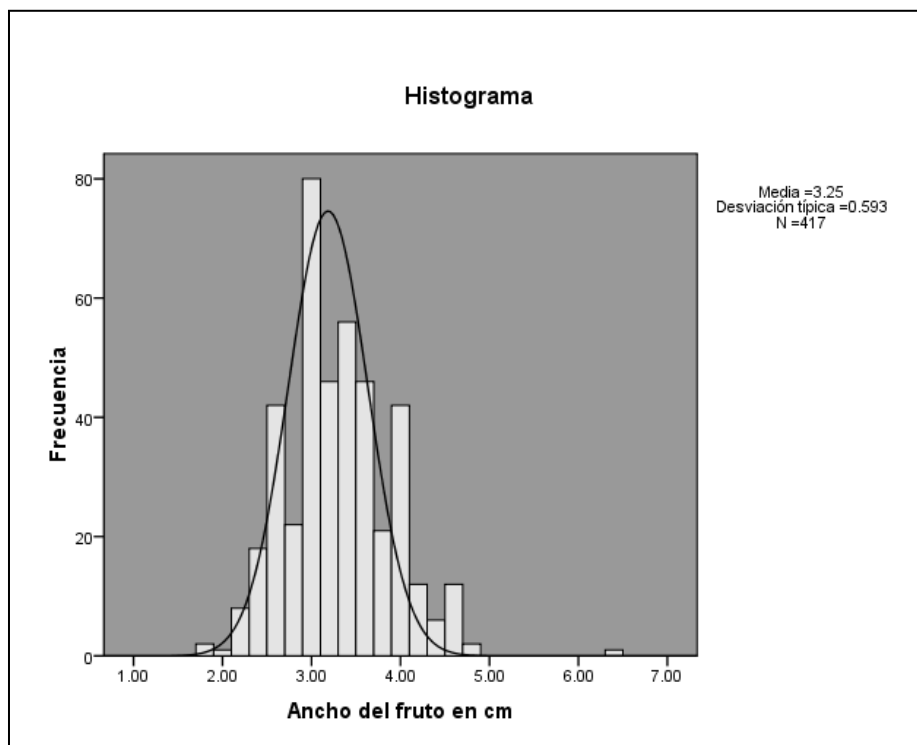
9.2.3 Ancho del fruto

La variedad tres cantos, presenta un ancho del fruto poco homogéneo, debido a su forma. En el presente estudio se tomó como referencia la parte basal del fruto. De acuerdo con Laguna, *et al*, (2004), el fruto tiene tres cantos o lados, es de superficie lisa, cáscara gruesa y es resistente al transporte.

El conjunto de datos del histograma presentan un comportamiento normal, casi simétrico (su curva es más simétrica que en el caso del largo de la hoja), y contiene pocas clases que distorsionan al conjunto de datos.

La siguiente tabla indica el promedio y desviación típica del ancho del fruto y su clasificación, de acuerdo a Tukey, dado que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos propuestos en la presente investigación.

Fig. 3. Histograma del ancho del fruto.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Tabla 13. Separación de medias por Tukey: Ancho del fruto.

	Tratamiento	Ancho del fruto (cm)	Desviación típica	Tukey
1	Testigo	3.0153	.52879	b
2	2 gr de NPK	3.2173	.49794	b
3	4 gr de NPK	3.1848	.64870	b
4	6 gr de NPK	3.4460	.56738	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

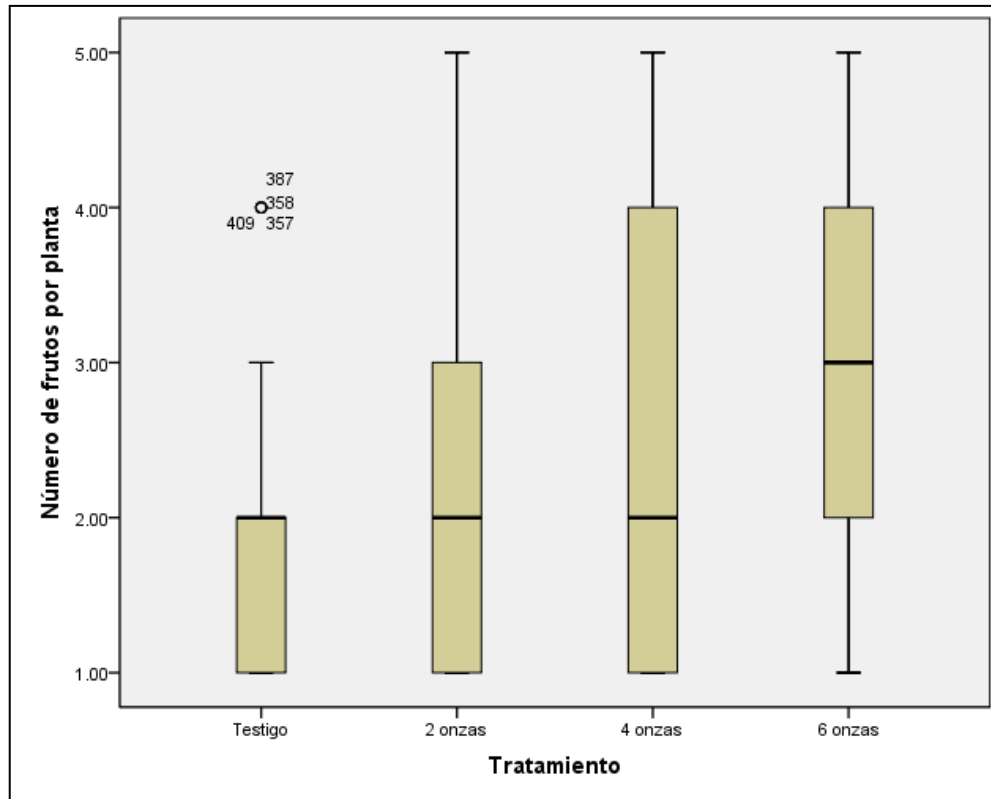
Se conforman dos categorías estadísticas bien definidas. La primera compuesta por el tratamiento 4 (6 gr de NPK) y la segunda por los demás tratamientos correspondientes al presente estudio. Así, la fertilización permite la diferenciación entre grupos de plantas a las cuales se les aplica tratamientos diferentes.

Montenegro y Vargas (2010), encontraron que el rango del ancho de los frutos de 12 variedades de chiltoma criolla, en diferentes partes de la región norte, con fertilización foliar, oscilaba entre 4.33 y 5.27 cm. Las diferencias entre este estudio y el presente fueron explicadas en el acápite anterior.

9.2.4 Número de frutos por planta

El número de frutos es quizás la característica más deseada por el productor, porque de ella depende percibir ingresos cuantiosos. En consecuencia, ver el comportamiento del número de frutos por planta es de carácter trascendental para la elección, particularmente del productor, de un tratamiento u otro.

Fig. 14. Box plot del número de frutos por planta



Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

La gráfica representa el conjunto de datos por tratamiento. Se observa, que los tratamientos del 1 al 3, tienen valores similares en cuantil 2 (mediana). No obstante, varían en su rango intercuantílico, particularmente en los datos ubicados desde la mediana hasta el cuantil 3.

La siguiente tabla indica el promedio y desviación típica del número de frutos por planta y su clasificación, de acuerdo a Tukey; dado que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos propuestos en la presente investigación ($p < \alpha$).

Tabla 14. Separación de medias por Tukey: Número de frutos por planta

Tratamiento		Número de frutos	Desv. Típica	Tukey
1	Testigo	1.8056	.86625	b
2	2 gr de NPK	2.0123	1.23990	b
3	4 gr de NPK	2.4960	1.23539	a
4	6 gr de NPK	2.7986	1.20494	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

Se conforman dos categorías claramente diferenciadas. La primera (b), conformada por los tratamientos 1 y 2, la segunda, por los tratamientos 3 y 4. El tratamiento 2, si bien es cierto que posee mayor variabilidad de datos (reflejado en su desviación típica), estadísticamente conforma un mismo grupo, junto al testigo. Los mejores resultados se reflejan en el tratamiento 4 (6 gr de NPK). En efecto, la fertilización tiene repercusión directa sobre el número de frutos, así, a mayor fertilización (en la dosis utilizadas en el presente estudio), se obtiene mayor número de frutos por planta, cerca de 1.5 veces más que sin fertilización.

Esta condición se presenta porque el fertilizante otorga los elementos necesarios para la formación de frutos, tanto estructurales como fisiológicos.

9.3 Integración de los resultados de fertilización para la zona de estudio

El presente sub acápite aborda el resumen de los resultados de cada uno de los indicadores, que dan respuesta a las variables, con el fin de hacer propuestas concretas de fertilización en la zona. A continuación se integran los indicadores de crecimiento, desarrollo y rendimiento productivo, comparándose de manera integral, cada una de ellas.

9.3.1 Crecimiento y desarrollo

Tabla 15. Tabla de resumen de resultados de crecimiento y desarrollo

Indicador	Resultados de Prueba de Tukey			
	Testigo	2 gr de NPK	4gr de NPK	6 gr de NPK
Altura de la planta	d	c	b	a
Grosor del tallo	d	c	b	a
Ancho de las hojas	c	b	a	a
Largo de la hojas	c	c	a	a
Número de hojas	d	c	b	a
Número de yemas florales	d	c	b	a
Número de flores	d	c	a	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

La tabla de resumen refleja que en cada uno de los indicadores evaluados, el tratamiento 4 (6 gr de NPK), representó el tratamiento con mejores resultados, indicado por la letra “a” en la prueba de comparación múltiple. Sin embargo, es importante recalcar el hecho de que el tratamiento 3 (4 gr de NPK), en dos indicadores (largo y ancho de las hojas), presentó junto al tratamiento 4, los mejores resultados; y en el resto de indicadores como el segundo tratamiento con los mejores resultados, indicado por la letra “b”. Por ello, se propone para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo de la chiltoma para la zona de estudio y otras zonas con condiciones edafoclimáticas similares, dosis de fertilización de 6 gr de NPK por planta.

En base a todo lo antes expuesto, se afirma que se rechaza la hipótesis nula. Por tanto, se acepta la hipótesis alternativa, en donde al menos un tratamiento es diferente a los demás. Las pruebas de Tukey reveló que el tratamiento 4 (6 gr de NPK) se separa estadísticamente, en todos los indicadores, de los demás tratamientos.

9.3.2 Rendimiento productivo

Tabla 16. Tabla de resumen de resultados de Rendimiento productivo

Indicador	Resultados de prueba de Tukey			
	Testigo	2 gr de NPK	4 gr de NPK	6 gr de NPK
Peso del fruto	b	b	b	a
Largo del fruto	a	b	ab	a
Ancho del fruto	b	b	a	a
Número de frutos	b	b	a	a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

La tabla de resumen revela, que el mejor comportamiento agronómico en todos los indicadores que constituyen la variable rendimiento productivo, fueron aquellas plantas que recibieron 6 gr de NPK. El tratamiento 3 (4 gr de NPK), al igual que en la anterior variable, constituyó el tratamiento con mejores resultados después del tratamiento 4. Por lo tanto, se recomienda para el cultivo de chiltoma en la zona de estudio, dosis de fertilizante de 6 gr de NPK por planta.

Por lo antes expuesto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, donde al menos un tratamiento es diferente a los demás. Al igual que la anterior variable, el tratamiento 4, resultó ser el tratamiento estadísticamente diferente al resto.

9.3.3 Propuesta

Los resultados del presente estudio arrojaron que el tratamiento que obtuvo los mejores resultados, tanto desde el punto de vista crecimiento y desarrollo como de rendimiento fue el tratamiento cuatro, 6 gr de NPK (15-15-15).

Por tanto, en el presente acápite se recomienda este tratamiento para la zona de estudio y zonas adyacentes, así como zonas con condiciones similares a la zona de estudio, comparando el tratamiento con la bibliografía pertinente.

Según Laguna et al (2004), recomienda 6 gr de NPK (15-7.5-10) por planta, en suelos con pH de 7, en suelos livianos y con buen drenaje, donde existe deficiencia de fósforo. No obstante, Orellana, et al (2004) propone fertilizar con 10 gr en el momento del trasplante, y luego a reducir la dosis a 3.32 gr de NPK (15-15-15) por planta. Mas sin embargo es contradictoria la recomendación de ambos autores ya que las fórmulas varían y llevado a la práctica los resultados obtenidos se basan en diferentes niveles de fertilización; pero la dosificación sigue siendo la misma equivalente a seis gramos aunque Orellana la reduce al cincuenta por ciento.

Es notorio, que la dosis utilizada concuerda con muchas recomendaciones técnicas de diferentes instituciones y diferentes países, y por ello no es raro que este tratamiento (6 gr de NPK por planta) haya producido los mejores resultados.

X. CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento que presentó el mejor crecimiento y desarrollo fue el tratamiento 4 (6 gr de NPK), con mayor altura, grosor de tallo, ancho de hoja, número de hojas por planta, número de yemas florales y número de flores. El tratamiento 3 (4 gr de NPK) generó el mayor promedio de largo de las hojas, y capitalizó excelentes resultados comparables al tratamiento 4, en el ancho de las hojas y largo del fruto
- ✓ El tratamiento que manifestó mejor rendimiento fue el tratamiento 4 (6 gr de NPK), en sus tres indicadores que constituyen la variable en si (Peso, largo, ancho y número de frutos).
- ✓ Se recomienda para la zona de estudio y zonas con condiciones edafoclimáticas similares fertilizar con 6 gr de NPK para obtener un crecimiento y desarrollo óptimo y mejores rendimientos.
- ✓ Se refuta la hipótesis nula de la variable crecimiento y desarrollo, y se acepta la hipótesis alternativa que al menos un tratamiento presenta diferencia significativa respecto al resto.
- ✓ Se rechaza la hipótesis nula de la variable rendimiento, y se acepta la hipótesis alternativa donde al menos un tratamiento es estadísticamente diferente a los demás.

XI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar estudios similares en diferentes comunidades y/o unidades de producción para comparar sus resultados con la presente investigación, a fin de generar una base robusta de información respecto al tema en la región.
- ✓ Llevar a cabo estudio con dosis superiores a la propuestas en el presente estudio de investigación a fin de identificar la zona de intoxicación en el cultivo de chiltoma bajo las condiciones edafoclimáticas de la región.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2005). *¿Sabes tú que es un fertilizante?* Santiago de Chile, Chile.
- Arnau, J., & Bono, R. (2008). Estudios longitudinales modelo de diseño y analisis. *escrito de psicología*, 32-41.
- Asociación de Municipios Productivos de Norte (AMUPNOR). (2009). *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de San Dionisio*. Matagalpa, Nicaragua.
- Averruz, B., & Pastora, M. (2011). *Extracción de nutrientes en sistemas de producción de café con banano en el municipio El Cuá - Jinotega 2010-2011*. Matagalpa, Nicaragua: Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, UNAN Managua.
- Balzarini, M., Macchiavelli, R., & Casanoves, F. (2008). *Aplicaciones de Modelos Mixtos en agricultura y floresteria*. costa rica.
- Balzarini, M., Robledo, C., Díaz, M., Tablada, S., Gonzáles, L., Casanoves, F., y otros. (2008). *Estadísticas para la ciencias agropecuarias* (Séptima ed.). Córdoba, Argentina: Electrónica.
- Bernardino, O. (2011). *Inoculaciones con Mycoral y Mycobacter sobre el crecimiento, enraizamiento y rendimientos de dos variedades de chile dulce bajo macro-túnel*. Honduras: Universidad Zamorano.
- Bolaños, A. (1998). *Introducción a la olericultura*. San José, Costa Rica: Universitaria Estatal a distancia.
- Brinkman, R. (1999). *Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): Dirección de Fomento de Tierras y Aguas.
- Ceccon, E. (2008). *La revolución verde: Tragedia de dos actos*. Redalyc.
- Cruz, D., & Aráuz, M. (2004). *Estudio epidemiológico del complejo de la mosca blanca-germinivirus en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentum*) y *Chiltoma* (*Capsicum anumm*) en el valle de Sébaco y valle San Cristobal*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria (UNA).

- Díaz, M., & Cruz, A. (1998). Nueve mil años de agricultura en México. *GEA*, 106.
- Duarte, R., & Molineros, G. (2012). *Efecto de siete tratamientos con fertilización edáficos sintéticos y natural sobre crecimiento vegetativo en banano variedad Gros Michel (AAA) en asocio con café y árboles en Yasica Sur, Matagalpa. 2011-2012*. Matagalpa, Nicaragua: Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, UNAN Managua.
- Fisher, L. (2003). *Manual para extensionista, productores y promotores en campo*.
- González, J., & Obregón, H. (2007). *Evaluación de alternativas de protección física y química de semillero de chiltoma (Capsicum annum) contra el ataque de complejo mosca blanca (Bemisia tabaci, Gennadius)-Geminivirus*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria (UNA).
- González, V. (2008). *Evaluación agronómica de 4 materiales en campo abierto en una localidad en el municipio de Copán Ruinas, Honduras*. Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Guevara, S. (1999). *Biología*. Managua, Nicaragua: San Jerónimo.
- Hernández, M., Chailloux, M., Moreno, V., Mojena, M., & Salgado, J. (2009). *Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del Tomate (Solanum Lycopersicum) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes*. Cultivos Tropicales.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA Nicaragua). (2007). *Guía práctica para la exportación a EE.UU: Chiltoma*. Managua, Nicaragua: IICA.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2005). *El cultivo de Hortalizas en Venezuela* (Vol. Serie Manuales de cultivo INIA N° 2). Maracay, Venezuela: INIA.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2010). *Cuencas de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Gobierno de Nicaragua.
- IPGRI. (1995). *Descriptor Capsicum*. Italia, Taiwán y Costa Rica: CATIE, AVRDC.
- Laguna, T., Pavón, J., & Altamirano, K. (2004). *Guía de MIP en el cultivo de la chiltoma*. (Primera ed.). (N. Pallais, Ed.) Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

- Linares, L. (s.f.). *Comportamiento de cuatro materiales de chile dulce en diferentes ambientes de la zona occidental de El Salvador*. San Salvador, El Salvador: CENTA.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) e Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (2011). *Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO IV)*. Managua, Nicaragua: Gobierno de Nicaragua.
- Mónica Balzarini, R. E. (s.f.). *Aplicaciones de Modelos Mixtos en agricultura y forestería*. costa rica.
- Montenegro, E., & Martínez, D. (2012). *Efecto de la aplicación del abono tipo bocashi sobre el rendimiento productivo en el cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum mill), bajo riego, San Isidro, I semestre, 2012*. Matagalpa, Nicaragua: Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa, UNAN Managua.
- Montenegro, L., & Vargas, A. (2010). *Caracterización de 12 variedades criolla de chiltoma (Capsicum annum) centro de desarrollo tecnológico Valle de Sébaco departamento Matagalpa*. Matagalpa, Nicaragua: Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa (FAREM) UNAN Managua.
- Ocampos, I. (2009). *Desarrollo sostenible y sustentabilidad de los sistemas de los sistemas agrícolas campesinos: Análisis del concepto*. Puebla, México: Colegio de Post graduados de México, Campues Puebla.
- Orellana, F., Escobar, J., Morales, A., Méndez, I., Cruz, R., & Castellón, M. (2004). *Guía técnica del cultivo del chile dulce*. 51.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2002). *Fertilizantes y uso* (Cuarta edición ed.). Roma, Italia.
- Pedroza, M. (2002). *Diseño de bloques Completamente al Azar (BCA)*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Prieto, R. (2006). *Técnica Estadística de clasificación, un ejemplo de análisis de clúster*. Pachuca, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Ramos, F., & Luna, A. (2010). *Evaluación de tres Variedades de Chile en cuatro concentraciones de una solución hidropónica bajo invernadero*. (U. A. Calientes, Ed.) Aguas Calientes, México: Investigación y ciencia.

- Rodriguez, G., & Osejo, W. (2004). *Evaluación de cinco tratamientos para el manejo de ácaros (Polygophagotarsonemus latus) en el cultivo de Chiltoma*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Rojas, M. (2002). *Manual de investigación y redacción científica* (Tercera ed.). Lima, Perú.
- Saldías, R. (2008). *Situación y Perspectiva de los fertilizantes*. Talca, Chile: ODEPA.
- Salisbury, F., & Ross, C. (2000). *Clásico fisiología de las plantas* (Española ed.). (C. M. Fuente Rojo, Ed., & J. M. Alonso, Trad.) Madrid, España: Internacional Thomson.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). (M. G. editores, Ed.) México D.F, México: Mc Graw Hill.
- Urbina, E. (2012). *Análisis de la Cadena de Valor de hortalizas con énfasis en Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Managua, Nicaragua: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Velásquez, E. (2013). *Efecto de diferentes tratamientos (densidades de siembra) en maní sobre el desarrollo de las plantas, los rendimientos y la incidencia de plagas y enfermedades*. Matagalpa, Nicaragua: Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa.
- Vicinio, M. (2002). *Fertilización foliar: Principio y aplicaciones*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) y Laboratorios de suelos y foliares.
- Zamora, M. (s.f.). *Manejo Integrado del picudo de Chiltoma*. Managua, Nicaragua: Fundación para el Desarrollo Tecnológico y Forestal de Nicaragua (FUNICA), CATIE y Universidad Nacional Agraria (UNA).

XII. ANEXOS

Anexos 1. Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores

Objetivo específico	Variable	Indicador	Técnica de recolección de campo
Determinar el efecto de los niveles de fertilización, en el crecimiento y desarrollo del cultivo de chiltoma.	Crecimiento y desarrollo	Altura de la planta	Experimento (hojas de recolección de datos)
		Grosor del tallo	
		Largo de la hoja	
		Ancho de la hoja	
		Número de hojas por planta	
		Número de yemas florales	
		Número de flores	
		Color de las flores	
Identificar el efecto de los niveles de fertilización, en el rendimiento del cultivo de la chiltoma	Rendimiento productivo	Peso	
		Largo del fruto	
		Ancho del fruto	
		Número de frutos por planta	

Anexo 2. Ficha técnica de recolección de datos, Tabla de crecimiento y

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria de Nicaragua



Objetivo general: Evaluar los efectos de diferentes niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico del cultivo de Chiltoma (*Capsicum annum*), El Chile, Matagalpa durante el segundo II del año 2013.

Fecha: ____/____/____

Hora: _____

Nº Bloque: _____

Cod plantas	Indicador							
	Altura de la planta (cm)	Grosor del tallo (mm)	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Número de hojas (unid)	Color de hoja	Color de flor	Densidad de ramificaciones (unid)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Observaciones: _____

desarrollo.

Anexo 3. Tabla rendimiento productivo.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad Regional Multidisciplinaria de Nicaragua



Objetivo general: Evaluar los efectos de diferentes niveles de fertilización sintética en el comportamiento agronómico del cultivo de Chiltoma (Capsicum annum), El Chile, Matagalpa durante el segundo II del año 2013.

Fecha: ____/____/____

Hora: _____

Nº Bloque: _____

Cod plantas	Indicador				
	Número de flores (unid)	Días de emergencia (días)	Días de floración (Días)	Número de frutos (unid)	Peso del fruto (gr)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Observaciones: _____

Altura de la planta				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	7.7156		
2 gr de NPK	64		8.5016	
4 gr de NPK	64		11.4234	
6 gr de NPK	64			14.4984
Sig.		1.000	0.890	1.000

Anexo 4. Tabla de Andeva y Tukey.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Altura de la planta					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	625.726a	6	104.288	16.817	0
Intersección	28266.016	1	28266.016	4558.036	0
bloque	6.795	3	2.265	0.365	0.778
Tratamiento	618.931	3	206.31	33.269	0
Error	1544.138	249	6.201		
Total	30435.88	256			
Total corregida	2169.864	255			
a. R cuadrado = .288 (R cuadrado corregida = .271)					

Número de hojas				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	7.3906		
2 gr de NPK	64	9.4219	9.4219	
4 gr de NPK	64		13.7188	
6 gr de NPK	64			22.9844
Sig.		0.061	0.991	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:Número de hojas					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3818.687	6	636.448	8.121	.000
Intersección	48730.563	1	48730.563	621.781	.000
bloque	344.531	3	114.844	1.465	.225
trat	3474.156	3	1158.052	14.776	.000
Error	19514.750	249	78.372		
Total	72064.000	256			
Total corregida	23333.438	255			

Ancho de la hoja				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	2.3159		
2 gr de NPK	64	2.3750	2.3750	
4 gr de NPK	64		2.6875	2.6875
6 gr de NPK	64			3.0203
Sig.		.100	.925	.110

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:Ancho de la hoja					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10.721	6	1.787	4.565	.000
Intersección bloque	1710.339	1	1710.339	4369.300	.000
trat	.047	3	.016	.040	.989
Error	10.674	3	3.558	9.090	.000
Total	97.470	249	.391		
Total corregida	1818.530	256			
	108.191	255			

largo hoja				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	3.0484		
2 gr de NPK	64	3.2578	3.2578	
4 gr de NPK	64		3.2517	
6 gr de NPK	64			4.7063
Sig.		.411	.128	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:largo hoja					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	59.554	6	9.926	16.948	.000
Intersección	3203.560	1	3203.560	5470.139	.000
bloque	3.071	3	1.024	1.748	.158
trat	56.483	3	18.828	32.149	.000
Error	145.826	249	.586		
Total	3408.940	256			
Total corregida	205.380	255			

Grosor de tallo				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	3.7188		
2 gr de NPK	64	3.8547	3.8547	
4 gr de NPK	64		3.9281	3.9281
6 gr de NPK	64			4.2234
Sig.		0.236	0.457	0.255

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:grosor de tallo					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.068	6	.011	6.946	.000
Intersección bloque	39.911	1	39.911	24620.583	.000
trat	.020	3	.067	4.147	.068
Error	.047	3	.016	9.745	.000
Total	.404	249	.002		
Total corregida	40.382	256			
	.471	255			

Altura de la planta					
DHS de Tukeya,b					
tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Testigo	64	14.6547			
2 gr de NPK	64		18.6922		
4 gr de NPK	64			30.7141	
6 gr de NPK	64				34.8141
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Altura de la planta					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	20032.676	6	3338.779	448.349	.000
Intersección	155748.623	1	155748.623	20914.748	.000
bloque	2060.383	3	686.794	92.226	.364
trat	17972.293	3	5990.764	804.472	.000
Error	1854.261	249	7.447		
Total	177635.560	256			
Total corregida	21886.938	255			
Número de hojas					
DHS de Tukeya,b					
tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Testigo	64	10.8750			
2 gr de NPK	64		17.8281		
4 gr de NPK	64			26.3125	
6 gr de NPK	64				36.2031
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Número de hojas					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	28567.844	6	4761.307	513.211	.000
Intersección	141564.063	1	141564.063	15258.884	.000
bloque	332.625	3	110.875	11.951	.245
trat	28235.219	3	9411.740	1014.471	.000
Error	2310.094	249	9.277		
Total	172442.000	256			
Total corregida	30877.938	255			

Ancho de la hoja					
DHS de Tukeya,b					
tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Testigo	64	2.4750			
2 gr de NPK	64		3.4109		
4 gr de NPK	64			4.2891	
6 gr de NPK	64				4.0719
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:Ancho de la hoja					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	500.228	6	83.371	146.222	.000
Intersección	4514.160	1	4514.160	7917.217	.000
bloque	72.022	3	24.007	42.105	.482
trat	428.206	3	142.735	250.338	.000
Error	141.972	249	.570		
Total	5156.360	256			
Total corregida	642.200	255			

largo hoja				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	3.6328		
2 gr de NPK	64	3.7688		
4 gr de NPK	64		4.4141	
6 gr de NPK	64			5.4391
Sig.		.632	1.000	1.000

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:largo hoja					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	206.501	6	34.417	82.831	.000
Intersección	4763.588	1	4763.588	11464.514	.000
bloque	76.127	3	25.376	61.072	.126
trat	130.374	3	43.458	104.590	.000
Error	103.461	249	.416		
Total	5073.550	256			
Total corregida	309.962	255			

grosor de tallo				
DHS de Tukeya,b				
tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
Testigo	64	4.4063		
2 gr de NPK	64		4.8031	
4 gr de NPK	64			6.1719
6 gr de NPK	64			8.2906
Sig.		1.000	1.000	0.070

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:grosor de tallo					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.583	6	.097	27.809	.000
Intersección	35.970	1	35.970	10294.753	.000
bloque	.023	3	.008	2.161	.093
trat	.560	3	.187	53.456	.000
Error	.870	249	.003		
Total	37.423	256			
Total corregida	1.453	255			

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Altura de la planta					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	20032.676	6	3338.779	448.349	.000
Intersección bloque	155748.623	1	155748.623	20914.748	.000
trat	2060.383	3	686.794	92.226	.364
Error	17972.293	3	5990.764	804.472	.000
Total	1854.261	249	7.447		
Total corregida	177635.560	256			
	21886.938	255			

Foto 1. Cultivo de la chiltoma en semillero



Foto 2. Cultivo de la Chiltoma durante el trasplante



Foto 3. Cultivo de chiltoma durante el crecimiento y desarrollo



Foto 4. Cultivo de la chiltoma con frutos

