

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de la productividad de chile puya (*Capsicum annuum* L.) con
vermicompost en el sustrato en invernadero**

POR

ANTONIO DE JESÚS JIMÉNEZ GÓMEZ

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la productividad de chile puya (*Capsicum annuum L.*) con
vermicompost en el sustrato en invernadero

POR
ANTONIO DE JESÚS JIMÉNEZ GÓMEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:




M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:



DR. ALFREDO OGAZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la productividad de chile puya (*Capsicum annuum L.*) con
vermicompost en el sustrato en invernadero

POR
ANTONIO DE JESÚS JIMÉNEZ GÓMEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:



M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR:

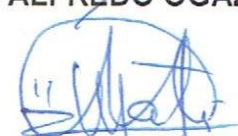


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la infinita bondad de Dios por haberme permitido cursar mi carrera profesional de Ingeniero Agrónomo en Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

A mis Padres, mis hermanas, sobrinos y tíos, pero en especial quiero agradecer a mi **Mamá**, que me dio su apoyo incondicional día a día, y durante los momentos difíciles siempre estuvo ahí.

A mi “ALMA TERRA MATER” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por permitirme formar parte de su alumnado y llegar a superarme además de los momentos vividos que solo siendo “Buitre” comprendes.

A el Departamento de Horticultura, al igual toda la plantilla docente, que me brindaron sus conocimientos y experiencias en las aulas y en campo.

A mis asesores por darse el tiempo, y apoyo para realizar mi trabajo de tesis, y participar como sinodales de mi examen profesional.

Gracias a Motores John Deere por darme la oportunidad de cursar mis estudios profesionales mientras laboraba en sus instalaciones.

DEDICATORIA

Primero antes que todo le doy infinitas gracias a Dios por haberme dado la vida y permitido contar con los días necesarios para ofrecerle un pequeño tributo a su bondad infinita, además de que haya puesto todos los medios necesarios para poder cursar satisfactoriamente la carrera de Ingeniero Agrónomo en Horticultura, en esta prestigiada Universidad como es la “Antonio Narro”.

Detrás de todo mi esfuerzo se encuentra la persona más admirable, mi mamá, le agradezco su constancia y el no haberme dejado solo, siempre estuvo brindándome su apoyo incondicional, para impulsarme a encontrar mis sueños y aspiraciones, me brindó la atención y cariño necesario para seguir adelante cuando en los tiempos difíciles lo necesite.

Mis hermanas, sobrinos y tíos también fueron de gran importancia en este camino que recorrí, gracias porque siempre estuvieron conmigo apoyándome durante mi carrera.

Una parte importante, dentro de la vida de un estudiante es sin duda los maestros, y yo tuve la fortuna de haber con personas dedicadas y entregadas a su profesión que nos transmiten sus conocimientos, pero también sus propias experiencias.

Agradezco a mis compañeros y amigos que durante el curso de nuestra carrera, compartimos momentos de felicidad y de retos pero que aun así fuimos un buen equipo.

Agradezco a cada una de las personas que día a día estuvieron a mi lado apoyándome dándome sus consejos y opiniones.

RESUMEN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza de primavera – verano, es una de las más rentables en la comarca lagunera. La producción de chile seco en México, corresponde al 40% del total de los chiles que se cultivan, predominando los: Ancho, Mulato, Mirasol, Pasilla, Puya, de Árbol, entre otros. La agricultura orgánica ha registrado tasas de crecimiento. El vermicompost (VC) como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernadero y reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos. El objetivo del presente trabajo fue Identificar el porcentaje de vermicompost en el sustrato que incremente la productividad de chile Puya (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Los tratamientos evaluados fueron (T₁ Solución Nutritiva Steiner), (T₂ 40% VC), (T₃ 50%VC), (T₄ 60% VC), las mezclas de arena de río, perlita y vermicompost, en una relación 5:1:4, 4:1:5, 3:1:6, base v/v. El diseño experimental fue un completamente al azar, con cuatro tratamientos y 10 repeticiones en cada uno, obteniendo 40 unidades experimentales, donde cada planta de Chile Puya Criollo conformó la unidad experimental. Los resultados obtenidos en las variables donde mostró estadísticamente diferencia significativa fueron altura de planta, cabe destacar que en todas las fechas sobresale el T₃ (50% VC), en comparación a los demás tratamientos. En número y peso de frutos por corte, de igual forma presenta esa diferencia significativa siendo el T₃, el que tuvo mayor número de frutos en los cortes 1 y 2, y mayor peso en el corte 3. En cuanto a la variable grosor de pericarpio, fue el T₂ (40%VC), el que presentó en tres de cuatro cortes un mayor grosor de pulpa. Para las variables, número de hojas, número total de fruto, peso total de fruto, diámetro ecuatorial y largo de fruto no presentaron estadísticamente una diferencia significativa.

Palabras clave: Chile puya, criollo, vermicompost, invernadero, sustrato.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Origen del chile (<i>Capsicum annuum L.</i>)	4
2.2 Importancia a nivel mundial	5
2.3 Producción de chile en México	6
2.4 Taxonomía	7
2.5 El Chile genero <i>Capsicum</i>	7
2.6 Características vegetativas y reproductivas de la planta	9
2.7 Chile Puya (<i>Capsicum annuum var annuum</i>)	12
2.8 Causas de enfermedades del cultivo de chile	12
2.9 Fertilización	13
2.10 Fertilización Orgánica	19
2.11 Vermicompost	21
3. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Localización del área de estudio	24
3.2 Localización del sitio experimental	24
3.3 Condiciones climáticas	25
3.4 Acondicionamiento del invernadero	25
3.5 Obtención de material vegetativo (plántulas)	25
3.6 Llenado y colocación de macetas en invernadero	26
3.7 Descripción de los tratamientos de estudio	26
3.8 Distribución de los tratamientos de estudio	26
3.9 Diseño experimental	27
3.10 Trasplante	27
3.11 Riegos	27
3.12 Plagas en el cultivo	27
3.13 Enfermedades en el cultivo	27
3.14 Desarrollo del cultivo	28
3.15 Producción	28
3.16 Cosechas	28
3.17 Variables evaluadas	28
3.17.1 Altura de planta	28
3.17.2 Número de hojas	29
3.17.3 Número de frutos por corte	29

3.17.4 Número total de frutos	29
3.17.5 Peso del fruto por corte	29
3.17.6 peso total de frutos	29
3.17.7 Diámetro ecuatorial	30
3.17.8 Grosor del pericarpio	30
3.17.9 Largo de fruto	30
3.18 Análisis estadístico	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5. CONCLUSIONES	41
6. LITERATURA CITADA	42
7. APENDICE	47

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.	Localización del área de estudio.	24
Figura. 2.	Descripción de los tratamientos de estudio generados.	26
Figura. 3.	Distribución de los tratamientos y repeticiones.	26
Figura. 4.	Altura de planta en chile puya (cm), mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	31
Figura. 5.	Numero de hojas en chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	33
Figura. 6.	Numero de frutos por corte de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	34
Figura. 7.	Numero de frutos totales de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	35
Figura. 8.	Peso de frutos por corte de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	36
Figura. 9.	Peso total de frutos (gr.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	37
Figura. 10.	Diámetro ecuatorial del fruto (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	38
Figura. 11.	Grosor de pericarpio (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	39
Figura. 12.	Largo de fruto (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.	40

I. INTRODUCCION

México es considerado el centro de origen, domesticación y diversidad de *Capsicum annuum* y posiblemente también *Capsicum frutescens*, al cual pertenece el chile Tabasco. La especie más importante es *Capsicum annuum*, ya que alberga los tipos y variedades de chile de mayor superficie cultivada, de mayor producción y de mayor consumo y comercialización en el mundo, incluyendo los Jalapeños, Serranos, Anchos, Pasillas, Guajillos, Húngaros, Bell, entre muchos otros (Luna, 2010). Hay restos arqueológicos de este cultivo del Valle de Tehuacán, Puebla, fechados entre 7000 y 5000 a.C. Junto con la calabaza, el maíz y el frijol, el chile fue la base de la alimentación Mesoamérica. (Laborde y Pozo, 1982).

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies, casi la totalidad del chile que se consume está dado por la especie *C. annum* L. (Montes, *et al.* 2007). Esta hortaliza del ciclo primavera – verano, es uno de los cultivos más rentables en la Comarca Lagunera, existen limitantes en la región como la escasez del agua y la mala calidad de la misma extraída del subsuelo y las altas temperaturas (Oropeza y Russián, 2008). Esta especie incluye chiles picantes, pequeños, cónicos y variedades dulces. Son cinco las entidades que concentran más del 50% de la superficie de chile plantada, así como el 60% de la producción, son Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Sonora y Zacatecas, principalmente. La producción de chile seco en México, corresponde al 40% del total de los chiles que se cultivan, Ancho, Mulato, Mirasol, Pasilla, Puya y de Árbol. (Montes, *et al.* 2007).

En los últimos años la producción de hortalizas con base en la agricultura orgánica, han tenido una gran aceptación por sus beneficios

ambientales y en el consumidor. Puesto que en todo cultivo es necesario suministrar a las plantas los nutrimentos necesarios que favorezcan su desarrollo. Se propone el uso de materiales orgánicos como lo es el vermicompost, como una alternativa orgánica para la fertilización y disminución de los costos de producción en los fertilizantes inorgánicos. (Oropeza y Russián, 2008).

El Vermicompost, posee un gran contenido de elementos nutritivos, fácilmente asimilables como N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, además contiene sustancias biológicamente activas que pueden actuar como reguladores del crecimiento vegetal. Los beneficios señalados se debe a que el material orgánico de Vermicompost, presentan características químicas que favorecen su empleo como biofertilizante orgánico, principalmente al contenido de la materia orgánica, el pH, la relación C/N, los niveles de N y P y a que los elementos nutrimentales, se encuentran en el Vermicompost en formas mucho más solubles y disponibles para las especies vegetales (Moreno, *et al.*, 2014).

La vermicomposta como un sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernadero y reduce significativamente el uso de fertilizantes inorgánicos, los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes, la vermicomposta se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato para cultivos en invernadero, no contaminando el medio ambiente (Rodríguez, *et al.*, 2008). El uso de vermicompost, provoca efectos sobre el crecimiento de las plantas, y el emplear sustratos conformados por materiales de origen natural y desechos orgánicos que se encuentren disponibles en cada región. (Moreno, *et al.*, 2014).

1.1. Objetivo

Identificar el porcentaje de vermicompost en el sustrato que incrementa la productividad de chile Puya en invernadero.

1.2. Hipótesis

El mayor porcentaje de vermicompost en el sustrato incrementa la productividad de chile puya en invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del Chile

El chile tiene una larga tradición cultural en México. Hay restos arqueológicos de este cultivo del Valle de Tehuacán, Puebla, fechados entre 7000 y 5000 A.C. (Laborde Y Pozo, 1982). México es considerado uno de los países con mayor diversidad vegetal en el mundo y uno de los principales centros de domesticación de las plantas cultivadas. Aquí se han domesticado una gran cantidad de especies vegetales que forman parte importante de la alimentación mundial. Dentro de las primeras plantas domesticadas en el continente americano está el chile, *Capsicum*, (Solanaceae), cultivo que ha jugado un papel relevante en la cultura y la alimentación de la población mexicana desde épocas prehispánicas (Hernández, 2014).

Herrera, en 2013 menciona que el chile es la única especia tradicional que procede de América, sus países de origen son las Antillas y América del Sur, principalmente en Brasil donde se encuentra abundantemente en estado salvaje. La distribución precolombina de *Capsicum* se extendió posiblemente desde los Estados Unidos hasta la zona templada cálida del sur de Sud América.

Se considera que México es el centro de origen, domesticación y diversidad de *Capsicum annuum* y posiblemente también *C. frutescens*, al cual pertenece el chile Tabasco. Existen evidencias de que fue cultivado desde el año 7000 al 2555 A.C. en los estados de Puebla y Tamaulipas. En este país, junto con la calabaza, el maíz y el frijol, el chile fue la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica (Montes, *et al.* 2007). En los tiempos precolombinos, su utilización primordial era como condimento, pero también

los diferentes tipos de chiles jugaron un papel importante en las diferentes culturas americanas (Montes, *et al.* 2007)

El género *Capsicum* incluye un promedio de 25 especies y al menos cinco de estas son cultivadas en mayor y menor grado, pero en el ámbito mundial, casi la totalidad del chile que se consume está dado por la especie *C. annum* L. (Montes, *et al.* 2007). Esta especie incluye un gran número de variedades comerciales incluye desde chiles picantes pequeños y cónicos hasta variedades dulces. En México la mayoría de los cultivares comerciales pertenecen a *C. annum* L. (Cásseres, 1980).

Esta especie alberga los tipos y variedades de chile de mayor superficie cultivada, de mayor producción y de mayor consumo y comercialización en el mundo, incluyendo los Jalapeños, Serranos, Anchos, Pasillas, Guajillos, Húngaros, Bell, entre muchos otros (Luna, 2010).

2.2. Importancia a nivel mundial

En 1995 Baltaza, señalan que a nivel mundial los principales países productores de chile son: China, España, Turquía, Nigeria e India. México ocupaba el cuarto lugar en cuanto a superficie cultivada se refiere.

Para 2010 Reveles, menciona que el chile se cultiva a nivel mundial en 547,200 hectáreas llegando a establecerse cerca de un millón y medio de hectáreas por ciclo, siendo China el país con mayor producción de chile, seguido por México que ocupa el segundo lugar a nivel mundial. El cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) es uno de los cultivos más importantes en México, por su gran consumo en la población, en México, la superficie cosechada es de 143,975 hectáreas y un rendimiento promedio de 16.22 t ha (Salazar y

Juárez, 2013). En la Comarca Lagunera, el cultivo de chile es la tercera hortaliza de importancia en cuanto a superficie sembrada, después del melón y sandía (Chew, *et al.*, 2008).

2.3. Producción de Chile en México

En la actualidad en México, del total de la superficie cosechada de chile, aproximadamente el 40% se destina a la producción de chiles secos: ancho, mulato, mirasol, pasilla, puya, chipotle, etc. Aunque cabe mencionar que debido a las características de este producto, el crecimiento en la superficie destinada a este cultivo ha sido limitado y la demanda per-cápita por año se ha estancado en tan solo los 500 gramos. (Baltazar, 1995).

Son cinco las entidades que concentran más del 50% de la superficie de chile plantada, así como 60% de la producción, estas son: Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Sonora y Zacatecas. La producción de chile seco en México, corresponde aproximadamente al 40% del total de los chiles que se cultivan, predominando los siguientes: Ancho, Mulato, Mirasol, Pasilla, Puya, de Árbol y otros de menor importancia. (Montes, *et al.* 2007).

La producción en México se ha desplazado de Puebla a Guanajuato, Aguascalientes, y finalmente Zacatecas, estado este último que actualmente es el principal productor desde mediados de los 80's. Le siguen en importancia, San Luis Potosí, Jalisco, Durango, Guanajuato, y Aguascalientes. El principal chile seco que se produce en México es el ancho tipo rojo y mulato debido a su gran diversidad de usos, ya que se utiliza para la elaboración de moles, fabricación de colorantes y también se consume en fresco en forma de chile poblano, le siguen el mirasol y pasilla (Baltazar, 1995).

El cultivo del chile para secado (*Capsicum annuum* L.) en la región conocida como el norte centro de México constituye una fuente importante de empleos; El proceso de producción de esta hortaliza se extiende prácticamente a lo largo de todo el año; el establecimiento de almácigos tradicionales se realiza entre enero y febrero, mientras que el trasplante en el terreno se generaliza a mediados de abril, tiempo durante el cual la pérdida de plantas por bajas temperaturas es mínima. (Velásquez, *et al.*, 2013).

2.4. Taxonomía

División: *Spermatophyta*

Línea XIV: *Angiospermae*

Clase A: *Dicotyledones*

Rama 2: *Malvales – Tubiflorae*

Orden XXI: *Solanales (Personatae)*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

2.5. El chile género *Capsicum*

Los chiles son frutos de plantas, las cuales pertenecen al género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas. El nombre científico del género deriva del griego: según algunos autores *kapso* (picar), según otro de *kapsakes* (cápsula). El género *Capsicum* fue creado por Tournefort en 1719 y adoptado por Linneo en 1735. En las últimas décadas se ha intentado clasificar la taxonomía de las especies de *Capsicum* utilizadas por el hombre y de las especies domesticadas (Herrera, 2013).

El chile pertenece al género *Capsicum* (Solanacea). Este género está conformado por alrededor de 30 especies distribuidas desde el sur de Los

Estados Unidos, hasta el norte de Argentina. De las especies domesticadas, *C. annuum* es la de mayor importancia económica, se cultiva ampliamente en todo el mundo y se considera que fue domesticada en México. Esta especie es la que presenta la mayor variación en tamaño, color y forma de los frutos. A ella pertenecen los chiles “anchos”, “serranos”, “jalapeños”, “Anaheim” y “morrón”, entre otros (Hernández, 2014).

Con las características de la planta y fruto se conocen varios subtipos del jalapeño tradicional mexicano. A saber: Típico, Candelaria o Peludo, Espinalteco o Pinalteco y Morita. Todos ellos participan de algunos caracteres comunes. Así, son siempre frutos carnosos (alrededor de 5 mm) y picantes. Se colectan en estado inmaduro, con un color verde intenso y brillante, para la industria de encurtir se destina un 60% de la producción y el 20% para su consumo en fresco. En madurez, es decir rojos, son destinados el 20% de la producción para la elaboración de chile chipotle. El chipotle se obtiene tras secado y ahumado de los frutos (Nuez *et al.*, 1996).

Una razón adicional por la cual las variedades modernas o híbridos poseen menores cantidades de variación genética que las razas locales es que el mercado pide o exige a los productores uniformidad en el tamaño, forma y color de los frutos de chile. La mayor variación genética mantenida en las variedades locales origina que cuando éstas se siembran, se cosechen frutos que presentan variación o diferencias en el tamaño, forma o color de sus frutos. (Hernández, 2014).

Las variedades híbridas tienen en contra el elevado costo de su semilla y la necesidad del productor de comprarla cada año que la siembra. En cambio,

la semilla de las variedades locales es mucho más barata y el campesino puede utilizar la del ciclo anterior y guardar para siembras futuras (Hernández, 2014).

2.6. Características vegetativas y reproductivas de la planta.

En la gran mayoría del chile cultivado el único órgano que tiene valor económico es el fruto, se desarrolla a partir del gineceo de la flor, a partir del ovario fecundado, no obstante estructuras florales como el pedúnculo, receptáculo y cáliz están presentes en el fruto maduro (Herrera, 2013).

La planta es un semi-arbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógama, es decir que se auto fecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, es decir, ser fecundada con el polen de una planta vecina (Chew, *et al.*, 2008).

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas, (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. El chile necesita una temperatura media diaria de 24 °C, debajo de 15 °C el crecimiento es malo y con 10 °C el desarrollo del cultivo se paraliza. Con temperaturas superiores a los 35 °C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. El chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible, franco arenosos, franco

limosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados (Herrera, 2013).

Su raíz es adventicia, alcanzando una profundidad de 70-120 cm. Las flores tienen corolas blancas o ligeramente desteñidas y porque sus pedicelos son salitarios, y rara vez se encuentran dos en un nudo (Cásseres, 1980).

El fruto es una baya de dos hasta cinco celdas; las paredes que las separan son incompletas y en la parte apical del fruto las celdas se comunican. La pared del fruto o pericarpio influye la epidermis compuesta por una capa de células isodiamétricas de paredes externas engrosadas, y una zona de dos a cuatro capas de colénquima, que junto con la epidermis forma una cascara fina pero resistente (León, 1987).

El fruto de pimiento botánicamente se define como una baya, es una estructura hueca, llena de aire, con forma de cápsula, por esta peculiaridad se debe el nombre científico del género, *Capsicum* (del griego *kapsakes*, cápsula). La baya está constituida por un pericarpio grueso y jugoso y un tejido placentario al que se unen las semillas (Herrera, 2013).

Algunas variedades, se hacen curvo cuando se acerca a la madurez; el color verde de los frutos se debe a la alta cantidad de clorofila acumulada en las capas del pericarpio. Los frutos maduros toman color rojo o amarillo debido a los pigmentos licopersina, xantofila y caroteno. La picosidad (pungencia) es debido al pigmento capsicina (Valadez, 1989).

Una vez que el fruto ha alcanzado el punto de viraje del color, hacen su aparición los cromoplastos, que son los portadores de los pigmentos, primero

en las células que rodean los vasos, después en las capas externas del pericarpio. Los pigmentos carotenoides de los frutos rojos de *Capsicum* se acumulan en fibrillas de proteína, los de los frutos amarillos a glóbulos lipídicos; y en estas mismas células se acumulan sustancias aromáticas, grasas y otras sustancias (Herrera, 2013).

Los frutos son muy variables en forma, color y tamaño, y alcanzan desde 1cm hasta 30 cm de largo, este grupo tiende a ser de madurez intermedia o corta comparada con *C. frutescens* que requiere un periodo relativamente más largo para su maduración (Cásseres, 1980).

El tejido placentario se desarrolla a lo largo de la sutura de los carpelos y sobre su superficie se desarrollan los óvulos para dar lugar a las semillas. En los frutos del pimiento pueden distinguirse una región capsular externa, que corresponde al pericarpio, y un eje. El eje está formado por el pedúnculo rematado por el cáliz y su prolongación dentro del fruto, el corazón, que está formado por el tejido placentario y las semillas (Herrera, 2013).

Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios del color, sabor, textura y olor. En la mayoría de variedades de fruto verde, disminuye la concentración de clorofilas y aumenta la de pigmentos carotenoides. Esta sustitución está inducida por el fitocromo, interviniendo el etileno y el ácido abscísico (Herrera, 2013).

2.7. Chile Puya (*Capsicum annuum var annuum*)

Chile Puya (*Capsicum annuum var annuum*), es una especie herbácea anual, de tallo un poco leñoso en la base y crece en países cálidos. La planta posee flores solitarias en cada nudo (ocasionalmente fasciculadas), pedicelos

a menudo pendientes en la antesis, corola blanca lechosa (ocasionalmente púrpura) sin manchas difusas en la base de los pétalos y la corola es usualmente recta. El cáliz de los frutos maduros sin constricción anular en la unión con el pedicelo; las venas a menudo prolongadas en dientes cortos; la carne del fruto usualmente firme (blanda en ciertos cultivares); las semillas son de color paja (Herrera, 2013).

2.8. Causas de enfermedades en cultivo de chile.

Como todos los cultivos, el chile es susceptible de presentar daño por enfermedades bióticas y no bióticas en cualquier etapa de su desarrollo. Las enfermedades bióticas son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Las enfermedades no bióticas o no infecciosas son causadas por factores extremos como temperatura, luz, humedad del suelo y por desbalance nutricional (Chew, *et al.*, 2008).

Aunque no todas las enfermedades se presentan en las diferentes regiones en donde se cultiva chile, estas reducen la producción y calidad del fruto, por lo que su diagnostica es el primer paso para un manejo adecuado de las mismas, ya que de ello depende las estrategias a seguir (Chew, *et al.*, 2008).

Los hongos, bacterias, nemátodos y virus son los microorganismos más frecuentemente observados en las plantas de chile enfermas en esta región del país. Aunque la incidencia y severidad de las infecciones provocadas por estos patógenos es variable de año a año y de parcela a parcela, su presencia constante obliga a mantener un continuo monitoreo del cultivo que permita optimizar el manejo de las enfermedades detectadas. (Velásquez, *et al.*, 2013).

Durante la fase de almácigo, a lo largo del proceso de producción y frecuentemente después de la cosecha, el cultivo se ve afectado por diversos microorganismos que provocan enfermedades y consecuentemente reducen la población de plantas, abaten su potencial productivo y afectan negativamente la calidad y cantidad de chile para secado. (Velásquez, *et al*, 2013).

2.9. Fertilización

Existen diversos factores, entre los cuales se encuentran la baja disponibilidad de fertilizantes minerales y las limitaciones en el suministro del agua, se ha buscado alternativas para incrementar la producción agrícola como la aplicación de biofertilizantes (Montero, *et al*, 2007).

La extracción nutrimental determina la cantidad de nutrimentos extraída por una planta, puede cuantificarse en una etapa fenológica determinada o a través del ciclo de cultivo. Es una forma para establecer cuánto fertilizante se debe aplicar al cultivo de chile mediante el cálculo de la cantidad de nutriente requerido por la planta para expresar un rendimiento esperado (Salazar y Juárez, 2013).

En un sistema de producción agrícola, la nutrición del cultivo es el principal factor que debe tomarse en cuenta, ya que un elemento en exceso o deficiente limita el óptimo desarrollo de la planta y afecta directamente su rendimiento (Gastelum, *et al.*, 2013).

Se ha percibido la necesidad de implementar métodos que permitan, entre otras cosas, mejorar la eficiencia de los cultivos, mitigar efectos adversos

sobre el suelo, disminuir la tasa de uso de fertilizantes químicos, aumentar las ganancias por área cultivada (Carvajal, 2010).

Resulta indispensable generar conocimiento sobre cómo hacer más eficaces las agrotécnicas de producción, haciendo énfasis en la optimización del aporte de fertilizantes con el propósito de disminuir costos de producción y reducir el impacto negativo sobre el ambiente, pero que al mismo tiempo se propicie una óptima calidad y cantidad de los productos cosechados (Salazar y Juárez, 2013).

El rendimiento y la calidad de los cultivos depende de varios factores, los internos de la planta que están determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, las características del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad del agua, factores nutrimentales, la técnica de producción y los factores bióticos. (Salazar y Juárez, 2013).

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas. En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción (Preciado, *et al*, 2011).

Estos sistemas de producción permiten obtener fruta libre de patógenos que frecuentemente se encuentran en los frutos cultivados en campo, mejorando la calidad del producto en cuanto a su apariencia y firmeza. Por otra

parte, permiten optimizar el uso de insumos y reducir el impacto ecológico y económico (Juárez, *et al.*, 2007).

Actualmente, en la horticultura existe una tendencia hacia la producción intensiva, con el objetivo de aumentar la productividad y la calidad. Esta tendencia conduce, en muchos casos, a un uso poco eficiente de los recursos naturales, entre ellos el del agua y de los nutrimentos (Martínez, *et al.*, 2009).

Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de hortalizas es la nutrición que deben recibir éstas durante su ciclo de cultivo. La mayoría de los cultivos hortícolas demandan cantidades importantes de nutrimentos en periodos relativamente cortos, lo cual puede deberse a sus altas tasas de crecimiento (Magdaleno, *et al.*, 2006).

La nutrición de las plantas por medio de la utilización de soluciones nutritivas es la llave del éxito en los cultivos hidropónicos, el sustrato es otro de los factores determinantes en los sistemas hidropónicos. Una de las causas que impulsaron su uso fue la disminución de pérdidas de cosechas por patógenos del suelo (Tucuch, *et al.*, 2012).

Entre otros factores, la solución nutritiva (SN) es parte fundamental en la hidroponía; de la SN depende la magnitud y calidad de la producción. Los aspectos más importantes de la SN son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura (Lara, 1999).

La multiplicidad de factores que condicionan la absorción de nutrientes minerales, hace que la obtención de una formulación ideal para cada especie o variedad en cada situación, sea algo no fácil de lograr y que se requieran ajustes a las condiciones ambientales y técnicas de cultivo (Robredo, *et al.*).

Recomendar una solución nutritiva como específica no garantiza que exista otra solución en la cual se desarrolle mejor el cultivo. La investigación de las soluciones nutritivas puede ser sistemática, lo cual permite evaluar todas las combinaciones posibles (Villegas, *et al.*, 2005).

El método más usual de fertilización en esta etapa fenológica es la aplicación de soluciones nutritivas en cada riego; sin embargo, el exceso de sales en la solución utilizada y, en ocasiones, la misma naturaleza salina del agua, incrementan la salinidad total y el pH del medio, inhibiendo el crecimiento de la plántula (Preciado, *et al.*, 2003).

Uno de los principales problemas para la adopción del fertirriego es el desconocimiento de los parámetros para la generación de la solución nutritiva y la forma de suministrar los fertilizantes eficientemente (Martínez, *et al.*, 2009).

La interacción entre los mismos puede influenciar fuertemente la absorción y la distribución o función de algún nutrimento en la planta y, con ello, inducir deficiencias o toxicidades y, en consecuencia, modificar negativamente su crecimiento. El incremento de la concentración absoluta de los nutrimentos en la solución disminuye el potencial osmótico de la misma, lo cual puede provocar una absorción menor de agua y nutrimentos por la planta. Por el contrario, si se aplica una cantidad menor de nutrimentos en la solución

que los requeridos por la planta, pueden inducirse deficiencias nutrimentales (Villegas, *et al.*, 2005).

El funcionamiento normal del organismo vegetal ocurre con una determinada relación de cationes y aniones en la solución nutritiva; el crecimiento de los órganos aéreos de las plantas y el desarrollo del sistema radical dependen del equilibrio fisiológico de la solución nutritiva (Villegas, *et al.*, 2005).

Los cultivos hortícolas, entre ellos el chile, requieren de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad, y dentro de éstos, la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio son de los factores de crecimiento más importantes en la expresión del rendimiento y la calidad en la producción hortícola (Salazar y Juárez, 2013).

La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutrimental de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos (Villegas, *et al.*, 2005).

El costo de la semilla de chile híbrido es muy alto, pero se obtiene garantía porque en el trasplante se requiere que sea una planta sana y de porte vigoroso, con un sistema radicular bien desarrollado para que rápidamente se adapte y tenga rápido arraigo en el terreno definitivo (Guerrero, 2010).

Uno de los factores que afectan el desarrollo vegetativo, la calidad y el crecimiento de las plántulas antes de ser trasplantadas al campo y después del trasplante es la nutrición de la misma (Preciado, *et al.*, 2003).

Las mejores condiciones para producir la plántula, en menor tiempo, con menos riesgos y mayor calidad, es en contenedores (charolas) con sustrato bajo condiciones de invernadero, para trasplantarla con cepellón, de esta manera no sufren estrés al ser trasplantadas, sin embargo, la razón fundamental por la cual la gran mayoría de los productores generan la plántula en almacigo, es de tipo económico. El costo que tiene el invernadero (con sistema de calefacción, ventilación y fertirriego), las charolas, el sustrato y la energía son elevados en relación con la tecnología usada en los almácigos en suelo. (Lara, 2010).

La cantidad de nutrimentos requeridos al utilizar menor cantidad de fertilizantes, se reduce el riesgo de contaminación ambiental por nitratos y otros agroquímicos (Hidalgo, *et al.*, 1998).

En la mayoría de los casos el chile se cultiva en pequeñas áreas y con semilla seleccionada o cosechada por los propios productores, teniendo un gran porcentaje de productores que cultivan chile criollos regionales de diferentes tipos (Mirasol, Ancho, Puya, Mulato, de Árbol, Pasilla, etc.)(Luna, 2010). La edad al trasplante más apropiada en chile (*Capsicum annum L.*) se logra cuando la plántula mide de 12 a 25 cm (Vázquez, *et al.*, 2011).

2.10. Fertilización Orgánica.

Para producir chile se necesita proporcionar al cultivo las condiciones que este requiere para que su desarrollo sea óptimo, entre esas condiciones la disponibilidad de nutrientes es de gran importancia (Lara, 2010).

Debido a la aceptación de los productos frescos, libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional, la superficie destinada a la agricultura

orgánica ha registrado tasas de crecimiento mundiales superiores a 25% anual, además, los productos orgánicos tienen sobre precios de 20 a 40% con respecto a los productos tradicionales. (Rodríguez, *et al.*, 2008).

La necesidad de incrementar la producción de alimentos de origen vegetal, la restricción de tierras aptas para la producción agrícola, la escasez de agua o la mala calidad de ésta para usarla en la agricultura, fueron algunas de las causas que estimularon a diversos investigadores a buscar alternativas para el desarrollo de las plantas. Como resultado se generó la hidroponía a nivel comercial (Lara, 1999).

Las áreas de suelo degradadas por problemas de sales y sodio están ampliamente distribuidas en el mundo, pero son más frecuentes en zonas áridas y semiáridas que han sido sometidas a la agricultura intensiva, el manejo de la fertilización y el riego así como el uso de vermicompost son algunas de la metodologías propuestas para la rehabilitación de suelos afectados por exceso de sales. (Mogollón, *et al.*, 2015).

La fertilización biológica se basa en la utilización de insumos naturales (abonos, restos de descomposición de materia orgánica, excesos de cosechas, aguas residuales domésticas, estiércol animal y microorganismos como hongos, bacterias) para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis micorrizal, desarrollar procesos de bioremediación en suelos contaminados con sustancias tóxicas, xenobióticas, recalcitrantes (Carvajal, 2010).

Los abonos orgánicos se catalogan como enmiendas o mejoradores del suelo, las dosis que usualmente se aplican son comparativamente más altas y variables que las utilizadas con los fertilizantes minerales (Durán y Henríquez, 2010).

La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico, tiene un alto contenido de ácidos húmicos y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Rodríguez, *et al.*, 2008).

El uso de biofertilizantes permite mejorar la productividad por área cultivada en corto tiempo, consumir menores cantidades de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el antagonismo y control biológico de organismos fitopatógenos, la aplicación de fertilizantes biológicos trae consigo beneficios desde las perspectivas económica, social y ambiental (Carvajal, 2010).

2.11. Vermicompost

El vermicompostaje es una técnica de fertilización biológica que consiste en aprovechar la actividad metabólica de lombrices de tierra para producir humus con alto contenido de nutrientes. Para aplicarla, se requieren residuos orgánicos, (abonos orgánicos, cachaza, residuos de cosecha). El material orgánico pasa a través del tracto digestivo de la lombriz, donde es transformado en un material rico en microorganismos, macronutrientes y micronutrientes. De esta forma se obtiene un fertilizante orgánico estable química y biológicamente (Carvajal, 2010).

Posee gran contenido de elementos nutritivos, fácilmente asimilables como N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, entre otros, además contiene sustancias biológicamente activas que pueden actuar como reguladores del crecimiento vegetal (Moreno, *et al.*, 2014).

Los beneficios señalados en gran parte se debe a que los Vermicompost, incluso los que se generan a partir de lodos de aguas negras, presentan características químicas que favorecen su empleo como fertilizante orgánico, principalmente con relación al contenido de materia orgánica, pH, relación C/N, niveles de N y P y a que los elementos nutritivos, como N, P, K, Ca, se encuentran en los Vermicompost en formas mucho más solubles y disponibles para las especies vegetales (Moreno, *et al.*, 2014).

De los 17 nutrimentos reconocidos como esenciales para las plantas el nitrógeno ejerce el mayor efecto sobre el crecimiento, y es el único nutrimento que puede ser absorbido en tres formas: aniónica (NO_3^-), catiónica (NH_4^+), molecular [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], y como aminoácidos. Es conocido que muchas especies de plantas incrementan su crecimiento con una combinación de nitrato y de amonio (Parra, *et al.*, 2012).

Los estudios de vermicompost, han demostrado consistentemente que su empleo provoca efectos sobre el crecimiento de las plantas, se sugiere que deben emplear sustratos conformados por materiales de origen natural y desechos que se encuentren disponibles en cada región, en la Comarca Lagunera se localiza una de las regiones productoras de leche, por lo que se estima, se puede obtener cerca de 1000 ton, de estiércol seco por día, estos

residuos pueden ser transformados en vermicompost empleando lombrices (Moreno, *et al.*, 2014).

Las especies de lombriz más empleados en la vermicultura son: *Eisenia foetida* (i.e. Californiana Roja) y *Eudrilus eugeniae* (i.e. Africana Roja). La primera exhibe ventajas por su rápida tasa de reproducción en condiciones de alta temperatura ambiente—superior a 40°C-, tolerar altas densidades poblacionales (10.000 a 50.000 lombrices/m²), resistir amplias fluctuaciones de temperatura, potencial de hidrógeno (pH), humedad y prosperar en diferentes sustratos. Por ello, *Eisenia foetida* es la especie más utilizada en lombricultura (Carvajal, 2010).

El humus obtenido presentó propiedades físicas, químicas y microbiológicas apropiadas para la aplicación en suelos con deficiencias de nutrientes como el fósforo, nitrógeno, potasio (Carvajal, 2010).

El sustrato debe tener las propiedades físicas, y químicas y microbiológicas que mayor favorezcan el desarrollo de las raíces y con ello el de la plántula, algunos materiales como la lombricomposta mejoran las propiedades del sustrato, lo cual presenta un ahorro de tiempo, agua, fertilizantes y jornales por parte del productor, además de producir plántulas de mejor calidad, lo cual permite que al presentarse condiciones adversas al momento del trasplante, no sufra de algún estrés. (Lara, 2010).

La vermicomposta como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernadero y reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos, los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes, la vermicomposta se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y

como sustrato para cultivos en invernadero que no contamina el ambiente (Rodríguez, *et al.*, 2008).

Las plantas fertilizadas orgánicamente, se estimula el desarrollo de raíces y tallos, mejoran la absorción de nutrientes, estimulan y aumentan la absorción de nitrógeno, entre otros (Félix, *et al.*, 2008).

Puesto que en todo cultivo es necesario suministrarle a las plantas nutrimentos que favorezcan su desarrollo, se propone el uso de vermicompost como alternativa orgánica para la fertilización y disminución de los costos de producción y por ser un producto de fácil elaboración (Oropeza y Russián, 2008). Las compostas se usan como sustrato debido a su bajo costo, sustituyen al musgo y suprimen varias enfermedades presentes en el suelo (Rodríguez, *et al.*, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

En el estado de Coahuila hacia la parte sur se ubica la región de la Comarca Lagunera, conformada por los municipios de Durango y Coahuila la que se localiza entre los paralelos 25° 05' y 26° 54' de Latitud Norte y entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' Longitud Oeste, a una altitud de 1139 msnm. En lo que se refiere a los municipios del estado de Coahuila que conforman la región en mención se encuentra el municipio de Torreón en donde se enclava

la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, situada al oriente del mismo (**Figura 1.**)



Fig.1. Localización del área de estudio

3.2. Localización del sitio experimental

El experimento se desarrolló en el área de invernaderos en el departamento de Horticultura. Sus características principales se basan en una estructura metálica y cubierto por una capa de plástico transparente, con piso de piedra granulada de color blanco, además de un sistema de enfriamiento que deriva de una pared húmeda y un par de extractores de aire caliente, ambos sistemas sincronizados para regular la temperatura dentro del mismo.

3.3. Condiciones climáticas

El clima de la región de la Comarca Lagunera, está clasificado como un BSw y BWw, según el sistema de clasificación de climas de Koppen, con modificaciones de Enriqueta García (2004), en donde el tipo BSw se refiere a la zona de clima Seco, o estepario con lluvias moderadas en verano, mientras el tipo BWw es considerado como desértico o muy árido con lluvias moderadas en verano.

3.4. Acondicionamiento del invernadero

El acondicionamiento del invernadero, se realizó con el fin de tener un espacio inocuo libre de residuos de plantas de cultivos anteriores logrando con ello un mejor desarrollo del cultivo a establecer, esto se logró retirando macetas de trabajos anteriores, eliminando malezas dentro y fuera del mismo, realizando el mantenimiento preventivo y correctivo a la pared húmeda y extractores.

3.5. Obtención de material vegetativo (plántulas)

Las plántulas de chile puya cv criollo para el trabajo de investigación se obtuvieron con productores de la región, (Ejido La Goma, Dgo.). Posteriormente estas fueron seleccionadas respecto a tamaño y vigor principalmente. En cuanto al tamaño de la plántula estas presentaron en promedio una altura entre 12 y 15 cm.

3.6. Llenado y colocación de macetas en invernadero

Antes del llenado de bolsas la arena de río se pasó por una malla de cinco milímetros para homogenizar dicho material, enseguida se realizó el llenado de bolsas hasta un 60% de su volumen, solarizada de forma natural. Posteriormente se realizaron mezclas con dicho material agregando perlita y vermicompost, en una relación 5:1:4, 4:1:5, 3:1:6, base v/v. Se utilizaron bolsas de polietileno negro (capacidad 20 Kg) calibre 500, después llevadas al invernadero y colocadas en cuatro hileras de diez macetas por hilera.

3.7. Descripción de los tratamientos de estudio

Los tratamientos de estudio generados para este trabajo de investigación se presentan en la Figura 2.

Figura 2. Descripción de los tratamientos evaluados

T1 (Testigo)	T2	T3	T4
Arena de río	Arena de río: Perlita: Vermicompost (5:1:4)	Arena de río: Perlita: Vermicompost (4:1:5)	Arena de río: Perlita: Vermicompost (3:1:6)
Solución Nutritiva Steiner al 100%	Agua corriente	Agua corriente	Agua corriente

3.8. Distribución de los tratamientos de estudio

La distribución de los tratamientos de estudio y las repeticiones correspondientes se muestran en la **Figura 3**.

T1 R1	T2 R5	T3 R1	T4 R5
T1 R2	T2 R6	T3 R2	T4 R6
T1 R3	T2 R7	T3 R3	T4 R7
T1 R4	T2 R8	T3 R4	T4 R8
T1 R5	T2 R9	T3 R5	T4 R9
T1 R6	T2 R10	T3 R6	T4 R10
T1 R7	T2 R1	T3 R7	T4 R1
T1 R8	T2 R2	T3 R8	T4 R2
T1 R9	T2 R3	T3 R9	T4 R3
T1 R10	T2 R4	T3 R10	T4 R4

Fig.3. Distribución de los tratamientos y repeticiones

3.9. Diseño experimental

El diseño experimental para este trabajo de investigación fue un completamente al azar, con cuatro tratamientos y 10 repeticiones en cada uno de ellos, obteniendo 40 unidades experimentales, donde cada planta conformo la unidad experimental.

3.10. Trasplante

El trasplante se realizó en las macetas colocadas en el interior del invernadero. Para esta actividad fueron seleccionadas aquellas plántulas que

presentaban un mayor vigor con una altura media de 15 a 20 cm, de acuerdo al croquis de distribución de los tratamientos y distribuciones.

3.11. Riegos

Los riegos fueron realizados cada tercer día, aplicando solo agua corriente en los tratamientos T2, T3 y T4, mientras que para el T1 (Testigo absoluto) con solución nutrimental base Steiner al 100%.

3.12. Plagas en el cultivo

Durante el desarrollo del cultivo se encontró principalmente mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), consideradas estas como las de mayor presencia ocasionando daños al cultivo en un porcentaje regular (15%).

3.13. Enfermedades en el cultivo

Las principales enfermedades que se presentaron fueron Damping off conocido como secadera de la planta, ocasionado por una asociación de hongos del suelo como *Phytophthora spp.*, *Pythium spp.*, *Rizhoctonia solani* y *Fusarium spp.*, principalmente ocasionando con ello la aparición de virus.

3.14. Desarrollo del cultivo

A partir de la trasplante la etapa de floración se presentó a los 45 días, mientras el cuajado de frutos apareció a los 55 días, y finalmente la cosecha de frutos se inició a los 95 días.

3.15. Producción

Del total de plantas establecidas por tratamiento cinco fueron seleccionadas en las que de los frutos cosechados se seleccionaron algunos

de ellos para realizar la evaluación de calidad, mientras que en el resto de la plantas los frutos solamente fueron contabilizados y pesados.

3.16. Cosechas

La cosecha que fue realizada a los 95 días después del trasplante en el cual se utilizó el criterio de visualización de madurez del fruto presentando un rayado o estriado en superficie del mismo.

3.17. Variables evaluadas

Las variables a evaluar para el presente trabajo de investigación fueron

3.17.1. Altura de la Planta (AP)

Respecto a la medición de la altura de la planta, se realizó en plantas seleccionadas (etiquetadas), a partir de los 15 ddt de forma semanal, obteniendo un total de 11 evaluaciones. Se utilizó cinta metra rígida considerando tal medición desde la superficie del suelo hasta las hojas nuevas en crecimiento. Los datos se obtuvieron en cm.

3.17.2. Número de Hojas (NH)

Para el conteo de hojas totales, estas fueron contabilizadas desde la etapa de trasplante hasta la aparición de las primeras flores, realizando 5 evaluaciones.

3.17.3. Número de Frutos (NF)

Con respecto al número de frutos, estos fueron cosechados de acuerdo a características de madures y tamaño. Se obtuvo el total de frutos en cada

una de las plantas seleccionadas y posteriormente llevados al laboratorio de horticultura para su evaluación correspondiente. De igual manera para el resto de plantas en la parcela experimental también se realizó la misma actividad.

3.17.4. Peso del Fruto (PF)

El pesaje de los frutos correspondientes de plantas seleccionadas fue realizado en balanza digital obteniendo de esa manera su peso expresado en gramos.

3.17.5. Peso Total

Para el peso total en cada uno de los tratamientos de estudio, se obtuvo de plantas seleccionadas.

3.17.6. Diámetro Ecuatorial (DE)

Para la medición del diámetro ecuatorial en el fruto se utilizó un Vernier digital, tal medición se hizo en la parte media del fruto expresando su valor en cm.

3.17.7. Grosor del Pericarpio (GP)

Para realizar la medición del grosor del pericarpio se realizó un corte transversal en cada uno de los frutos seleccionados, utilizando un Vernier digital y expresando su valor en mm.

3.17.8. Longitud de Fruto

En la medición de la longitud del fruto se utilizó una cinta métrica flexible graduada, realizando tal medición desde la parte basal a la parte apical expresando el valor en cm.

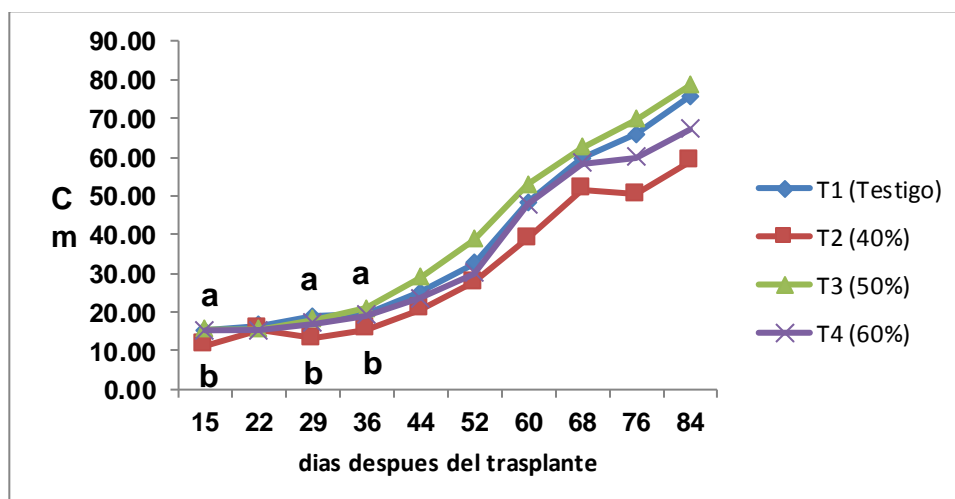
3.18. Análisis estadístico

El total de valores obtenidos en cada una de las variables de estudio evaluadas serán analizadas estadísticamente con la herramienta SAS, (Statistical Analysis System), para la separación de medidas se utilizó la prueba de *Tukey* ($P \leq 0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la Planta

Para la variable altura de planta, se evaluaron diez fechas. A los 22, 44, 52, 60, 68, 76 y 84 ddt, no se determinó diferencia significativa entre tratamientos. Mientras que para los 15, 29 Y 36 ddt, si se determinó diferencia significativa. A los 29 ddt destaca el T₁ (testigo) con 18.75 cm y es igual estadísticamente al T₃ (50% VC) con 18.0 cm de altura de planta. Mientras que el T₂ (40% VC) fue el de menor tamaño con 13.25 cm. a los 36 ddt destaca el T₃ (50%VC) con 21.05 cm, es estadísticamente igual al T₁ (testigo) con 19.35 cm, mientras que el de menor tamaño resulto ser el T₂ con 15.5 cm. en el promedio general de altura de planta no se determinó diferencia significativa entre tratamientos. Cabe destacar que en todas las fechas sobresale el T₃ (50% VC). Como puede observarse en la **figura 4**.



Las letras representan diferencia significativa entre los tratamientos (*Tukey P*≤0.05).

Fig. 4. Altura de planta en chile puya (cm), mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

El resultado del actual trabajo para esta variable fue similar al de Fortis, *et al* en 2012, en el cultivo de chile pimiento morrón, con el uso y la aplicación de sustratos orgánicos como Vermicompost, muestra el análisis estadístico para la variable altura de planta diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos en la lectura tomada al inicio del ciclo del cultivo (30 ddt), los sustratos de vermicompost sobresalen con la mayor altura de planta encontrada con 24 y 25 cm. Estos resultados son similares al presente trabajo, ya que la diferencia entre tratamientos se presenta solo en los primeros días después del trasplante y sobresale el T₃ (50%VC)

Según reporta Moreno, *et al.* (2014), en el trabajo realizado para determinar la concentración óptima de la mezcla vermicompost: arena, en el comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annum L*), Var. Yellow, se aprecia que los valores registrados para Altura de la Planta (AP), en el tratamiento testigo T₅ superaron a los valores obtenidos en los tratamientos que recibieron la incorporación del Vermicompost (VC) (T₁ a T₄). Este resultado difiere del trabajo presente, pues el T₃ (50%) sobresale en altura de planta.

4.2. Número de Hojas

Para la variable número de hojas el conteo se realizó desde los 15 ddt, hasta la aparición de la primer floración (44 ddt). Estadísticamente no presentó diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, el T₃ (50%VC), presentó superioridad numérica en la presencia de hojas en comparación al resto de los tratamientos, esto se observa de los 29 hasta los 44 ddt, como se observa en la **Figura 5**.

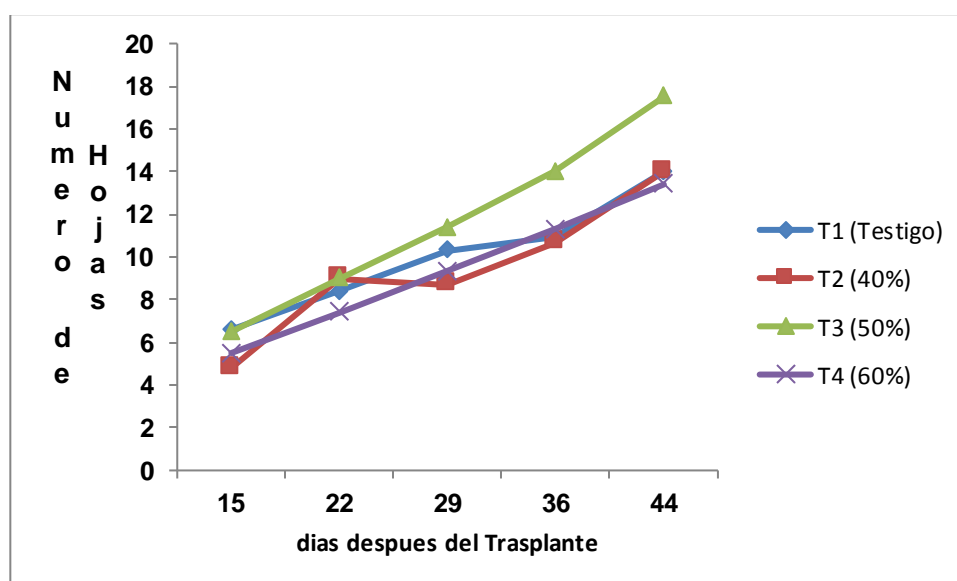
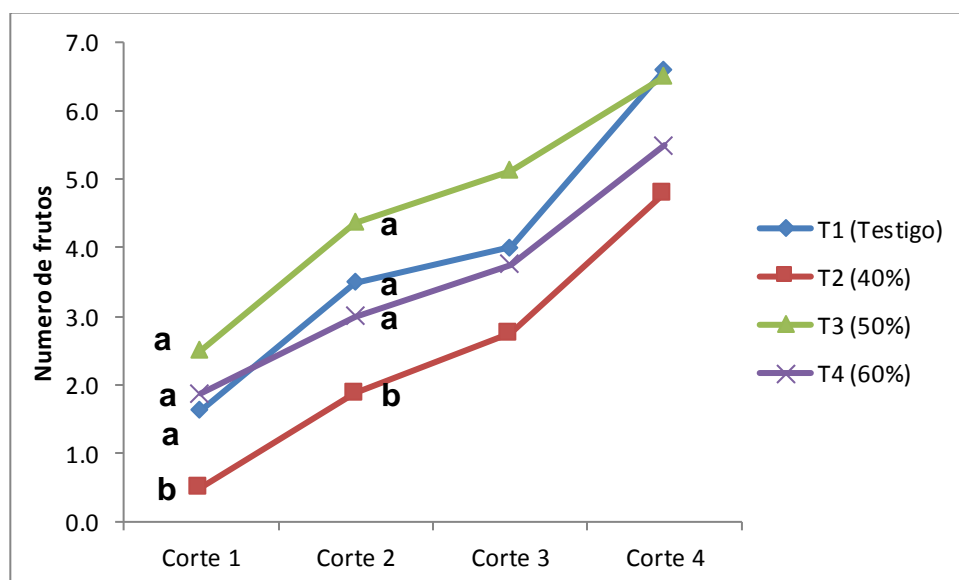


Fig. 5. Número de hojas en chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Rodríguez, *et al.*, (2007) mencionan que en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), la mayor altura de planta correspondió al el T₃ = arena + fertilizantes inorgánicos (testigo); y afirma que a una mayor altura conlleva al aumento en número de hojas y por tanto, al mayor contenido de clorofila. El presente trabajo difiere de lo reportado por Rodríguez, *et al.*, ya que no se determinó significancia para la variable número de hojas.

4.3. Número de Frutos por corte

El análisis de varianza realizado para la variable número de frutos por corte, estadísticamente presentó diferencia significativa, en el primer y segundo corte. $P \leq 0.05$. Mostrando el T₃ (50% VC), un mayor número de frutos en los primeros tres cortes, siendo estadísticamente igual al testigo. El menor número de frutos lo presenta el T₂ (40%VC) con 1.8. El incremento del T₃, con respecto al T₂, fue del 33.33%, en el segundo corte, como se observa en la **Figura 6**.



Las letras representan diferencia significativa entre los tratamientos (*Tukey* $P \leq 0.05$)

Fig. 6. Número de frutos por corte de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

4.4. Número total de frutos

Para la variable número total de frutos por tratamientos estadísticamente no presentó diferencia significativa, Sin embargo, el T₁, (Testigo), fue quien mostro mayor valor en el número de frutos totales con 15.2, tuvo un incremento porcentual del 72.72%, en comparación al T₂ (40%VC), con menor número de frutos con 8.8. El promedio general de número de frutos totales fue de 12.6 como se muestra en la **Figura 7**.

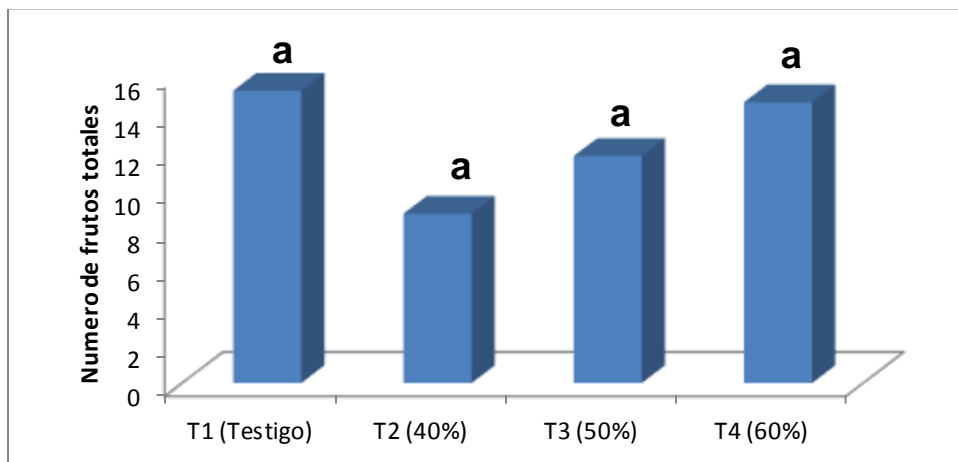
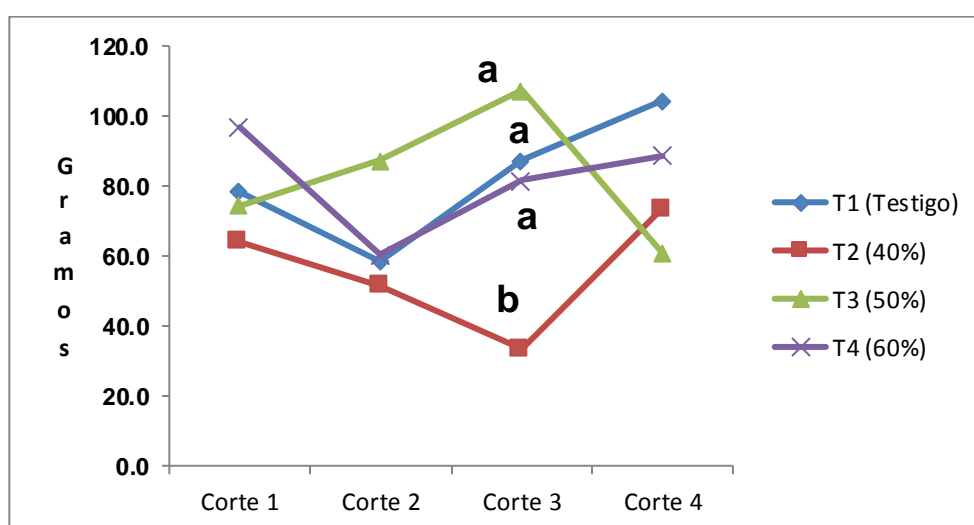


Fig. 7. Numero de frutos totales de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Los resultados de este trabajo de investigación para la variable número de frutos concuerdan con los de Márquez, *et al*, (2013), en chile piquín (*Capsicum annum* L., var. *aviculare*) al demostrar que no existió diferencia significativa entre tratamientos para esta variable.

4.5. Peso de Frutos por corte

Para la variable Peso de fruto por corte, el análisis de varianza realizado, estadísticamente presentó una diferencia significativa en el tercer corte. Donde el T₃ (50%VC), tuvo el mayor peso con 107.40 gr. y el de menor fue el T₂ (40%VC), con 33.40 gr. El incremento del T₃, a comparación del T₂, fue del 68.99% como se muestra en la **Figura 8**.



Las letras representan diferencia significativa entre los tratamientos (*Tukey P*≤0.05).

Fig. 8. Peso de frutos por corte de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Moreno, *et al.* (2014), Menciona que el Peso Fruto registrado en el tratamiento T₁ (1:1) resultó estadísticamente superior al resto de los tratamientos de vermicompost: arena, y a su vez los tratamientos T₂ (1:2), a T₄ (1:4), también con mezclas que incluyeron la dosificación del Vermicompost, resultaron estadísticamente superiores al Peso Fruto obtenido en el T₅ (Testigo), esto en el cultivo de chile Húngaro. Este resultado difiere del reportado en este trabajo ya que solo se determinó diferencia significativa para el tercer corte.

Sin embargo, los resultados del presente trabajo concuerdan con lo reportado por Vázquez, *et al.*, (2015) en el trabajo donde se evaluó el efecto de abonos orgánicos y Vermicomposta, menciona que en el cultivo de tomate, la variable peso del fruto, refleja no significancia entre tratamientos.

4.6. Peso total de frutos

El análisis de varianza (*Tukey* $P \leq 0.05$), realizado para la variable peso total de frutos no presento diferencia significativa entre tratamientos. El T₁, (Testigo) fue numéricamente el de mayor peso total igual a 314.40 gr. Siendo el T₂ (40%VC), el que tuvo menor peso total con 224.40 gr. El incremento porcentual de T₁, sobre el T₂, fue del 40.10%. Como se observa en la **Figura 9**.

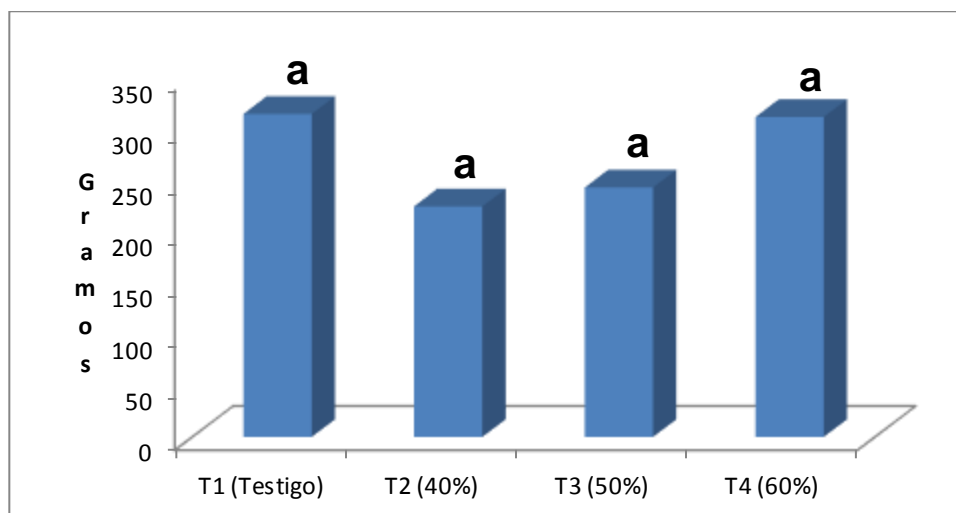


Fig. 9. Peso total de frutos (gr.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Este trabajo concuerda con el de Moreno, *et al.* (2014), en Chile Húngaro, para la variable peso de fruto afirma que para determinar la concentración óptima de la mezcla vermicompost: arena, los tratamientos T₁ (1:1) y T₅ (Testigo) resultaron estadísticamente iguales.

4.7. Diámetro Ecuatorial

Para la variable diámetro ecuatorial se evaluaron cuatro cortes. El análisis de varianza realizado para los cuatro cortes no presentó estadísticamente diferencia significativa entre tratamientos, el promedio general de diámetro ecuatorial fue de 2.62 cm como se observa en la **Figura 10**.

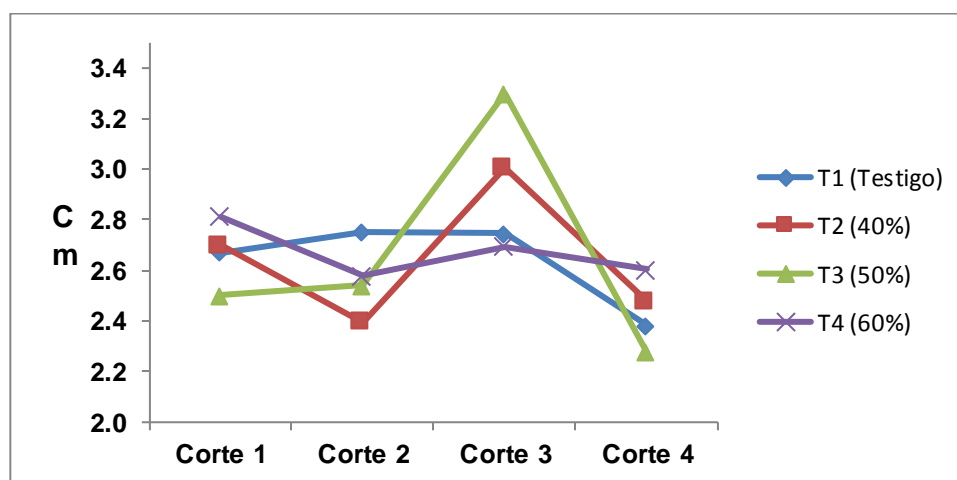
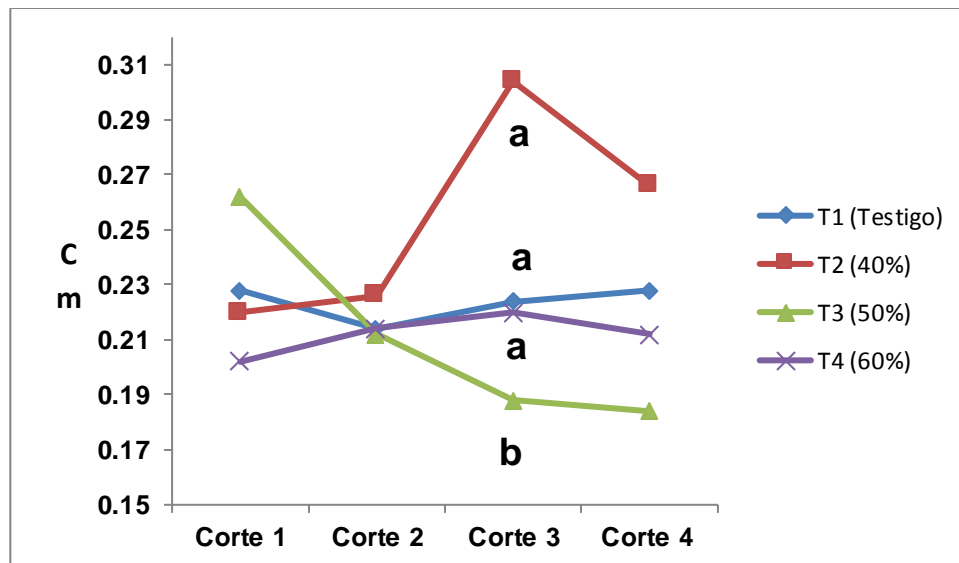


Fig. 10. Diámetro ecuatorial del fruto (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Estos resultados coinciden con los de Vázquez, *et al.*, (2015), en el cultivo de tomate, menciona que respecto a la variable diámetro ecuatorial (cm), el análisis de varianza refleja no significancia entre tratamientos de aplicación de composta.

4.8. Grosor del Pericarpio

En la variable grosor del pericarpio, presentó estadísticamente diferencia significativa en el corte 3, mostrando el T₂ (40%VC), el mayor grosor de pericarpio con 0.304 cm, y el de menor fue el T₃ (50%VC), igual a 0.188 cm, como se observa en la **Figura 11**.



Las letras representan diferencia significativa entre los tratamientos (*Tukey P*≤0.05).

Fig. 11. Grosor de pericarpio (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

En el trabajo realizado en 2014, Moreno, *et al.*, destaca que los valores promedio del Espesor de Pericarpio (EP) de los frutos de chile húngaro, los tratamientos T₁ (1:1) a T₄ (1:4), donde se aplicó el Vermicompost (VC), presentaron mayor carnosidad del pericarpio y fueron ampliamente superiores al EP del testigo T₅. Lo cual difiere con los resultados de este trabajo en donde solo en el tercer corte presentó diferencia significativa.

4.9. Largo de fruto

Esta variable se evaluó en dos cortes y no presentó estadísticamente una diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo se puede apreciar que el T₂ (40%VC), presentó frutos más uniformes, con una longitud entre 13.74 y 13.65 cm en el primer y cuarto corte respectivamente, como se muestra en la **Figura 12**.

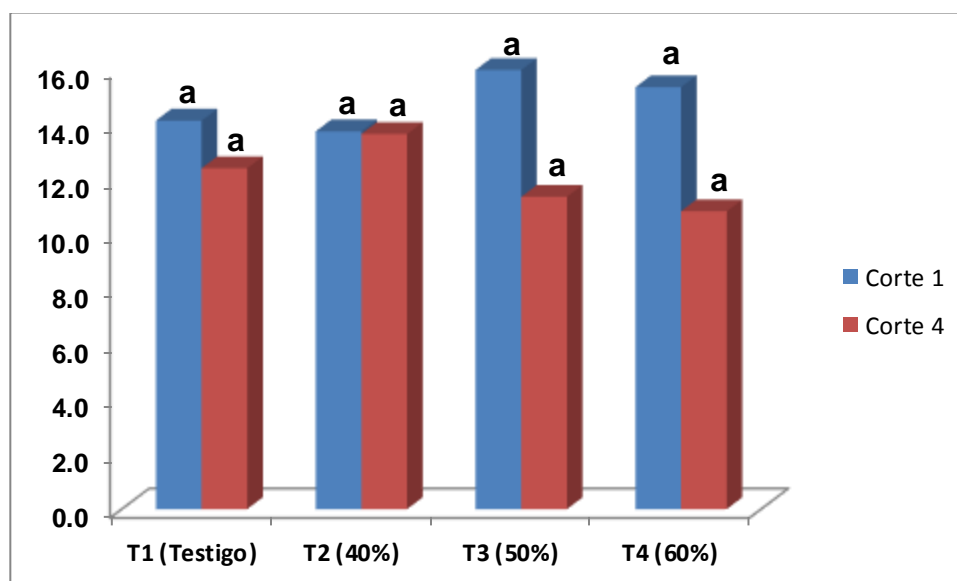


Fig. 12. Largo de fruto (cm.) de chile puya, mostrando el efecto de los porcentajes de vermicompost en el sustrato.

Como resultado de la aplicación de la prueba comparación de medias de *Tukey* $P \leq 0.05$, en 2014, Moreno, *et al*, menciona que para la variable Largo de fruto (LF), los valores obtenidos en los tratamientos con aplicación de Vermicompost (VC) (T₁ a T₄) superaron a los valores determinados para esta variable en el testigo T₅ en chile húngaro, lo cual difiere con los resultados reportados en este trabajo, lo anterior puede deberse a la variabilidad de formas presentadas por el chile puya criollo evaluado.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación al evaluar el rendimiento de Chile "Puya" criollo (*Capsicum annuum L.*) con diferentes porcentajes vermicompost en el sustrato en condiciones de invernadero, se obtuvieron las siguientes conclusiones. En las variables donde mostró estadísticamente diferencia significativa fueron altura de planta, cabe destacar que en todas las fechas sobresale el T₃ (50% VC), en comparación a los demás tratamientos. En número y peso de frutos por corte, de igual forma presenta esa diferencia significativa siendo el T₃ (50%VC), el que tuvo mayor número de frutos en los cortes 1 y 2, y mayor peso en el corte 3. En cuanto a la variable grosor de pericarpio, fue el T₂ (40%VC), el que presentó en tres de cuatro cortes un mayor grosor de pulpa. Para las variables, número de hojas, número total de fruto, peso total de fruto, diámetro ecuatorial y largo de fruto no presentaron estadísticamente una diferencia significativa en el uso de distintos porcentajes de vermicompost en el sustrato en condiciones de invernadero.

El uso de material vegetativo Chile Puya Criollo, influyó en los resultados de calidad de fruto debido a su gran diversidad genética y falta de heterogeneidad en sus frutos.

VI. LITERATURA CITADA

- Bravo L., A.G; Galindo G., G; Amador R., M.D. 2006. Tecnología de producción de chile seco, Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias, campo experimental Zacatecas, pp. 6-8.
- Baltazar M., 1995, Diversidad genética del cultivo del chile (*Capsicum spp*) determinada por isoenzimas y RFLP's tipos: serrano, jalapeño, manzano y silvestres en su área de distribución, Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad.
- Cásseres, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. San José Costa Rica, editorial IICA, pp. 107-109.
- Chew M., Y; Vega P., A; Palomo R., M; Jiménez D., F; 2008, principales enfermedades del chile (*Capsicum annum L.*), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo experimental La Laguna, Matamoros Coahuila, México, Folleto Técnico Núm. 15.
- Carvajal, M., J; Mera B., A., C; 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible, Producción + Limpia. Vol.5, No.2, pp. 79-95.
- Durán U., L; Henríquez H., C; 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta, San José Costa Rica, agronomía mesoamericana 21(1) pp. 85-93.
- Fortis H., M; Preciado R., P; García H., J., L; Navarro B., A; González, J., A; Omaña Silvestre, J., M; 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 6, pp. 1203-1216.
- Félix H., J., A; Sañudo T., R., R.; Rojo M., G., E; Martínez R., R., Olalde P., V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos, Ra Ximhai, 4 (1), pp. 57 – 67.
- Guerrero A., R; 2010. Producción de plántula de chile (*Capsicum annum*) en invernadero, Memorias 1er foro para productores de chile, Zacatecas, pp. 71-78.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía-UNAM. 5 ed. México. p. 90.
- Gastelum O., D., A; Sandoval V., M; Trejo L., C; Castro B., R; 2013. Fuerza iónica de la solución nutritiva y densidad de plantación sobre la producción y calidad de frutos de *Physalis peruviana L.*, revista Chapingo serie Horticultura, vol. 19, núm. 2, pp. 197-210.

- Herrera A., V., M., 2013, "estudio comparativo del contenido de compuestos volátiles, ácidos grasos, capsaicina y carotenos en *Capsicum annuum* var *annuum* sometido a un proceso de secado", Proyecto de trabajo recepcional (TESIS), Universidad Veracruzana Facultad de Química Farmacéutica Biológica.
- Hidalgo G., J., C; Alcántar G., G; Baca C., G., A; Sánchez G., P; Escalante E., J., A; 1998. Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad en tomate, Terra Latinoamericana, vol. 16, núm. 2, pp. 143-148.
- Hernández V., S; 2014. Importancia del chile silvestre (*Capsicum annuum*) como recurso genético de México, Mensaje Bioquímico, Depto. de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México Vol. XLI, pp. 289-304.
- Juárez R., C. R.; Rodríguez M., M. N.; Sandoval V., M.; Muratalla L., A. 2007. Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero, TERRA Latinoamericana, Vol. 25, Núm. 1, pp. 17-23.
- Laborde C., J., A; Pozo C., O; 1982, Presente y pasado del chile en México, Secretaria de agricultura y recursos hidráulicos, instituto nacional de investigaciones agrícolas, México, D.F., pp. 8-10.
- Lara H., A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía, Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, pp. 221-229.
- Lara H., A; Avelar M., J; Luna F., M; Estrada C., J; Llamas Ll., J; Bravo L., A. 2010. Lombricomposta y volumen de cepellón en la calidad de plántulas de chile en invernadero, Memorias 1er foro para productores de chile, Zacatecas, pp.188.
- Lara H., A. 2010. Manejo de la nutrición del cultivo de chile: en riego por gravedad en surcos, Memorias 1er foro para productores de chile, Zacatecas, pp.141- 155.
- León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2a edición. Ed. IICA. San José, Costa Rica. 181.
- Luna R., J., J. 2010. Variedades de chile y producción de semilla, 2010, Memorias 1er foro para productores de chile, Zacatecas, pp. 23 - 43.
- Márquez Q., C; López E., S., T; Cano R., P; Moreno R., A; 2013, fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile piquín bajo condiciones protegidas, Revista Chapingo Serie Horticultura vol. 19, núm. 3, pp. 279-286.

- Martínez C., L.; Martínez R., E.; Flores G., F. G.; Preciado R., P.; Zermeño G., H.; Valdez C., R. D. 2009. Programa de cómputo para el cálculo de soluciones nutritivas, Revista Chapingo. Serie horticultura, Vol. 15, Núm. 2, pp. 149-153.
- Magdaleno V., J. J.; Peña L., A.; Castro B., R.; Castillo G., A. M.; Galvis S., A.; Ramírez P., F.; Hernández H., B., Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*), 2006, revista Chapingo serie horticultura, vol. 12, núm. 2, pp. 223-229.
- Moreno., A; Solís M., G; Blanco C., E; Vásquez A., J; Guzmán C., L., M; Rodríguez D., N; Figueroa V., U. 2014. Desarrollo de plántulas de huizache (*Acacia farnesiana*) en sustratos con vermicompost, Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 1, Torreón Coahuila, pp. 55-62.
- Moreno R., A; Rodríguez D., N; Reyes C., J.,L; Márquez Q., C; Reyes G., J; 2014. Comportamiento del chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost- arena bajo condiciones protegidas, Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Tomo 46, N° 2, pp. 97-111.
- Mogollón S., J., P., Martínez., A., E; Torres, D., G., 2015, Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano, Acta Agronómica, 64 (4), pp. 315 – 320.
- Montero, L; Duarte, C; Cun, R; Cabrera J., A; González,P., J. 2007. Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum L. var. Verano 1*) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
- Montes H., S; López L., P; Hernández V., S; Ramírez M., M; 2007. proyecto, Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México, primer informe, Campo Experimental Bajío, INIFAP, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, INIFAP, Escuela de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Campo Experimental Sur de Tamaulipas, INIFAP.
- Nuez, F., Ortega, F y Costa, J. 1996. El cultivo de pimientos, chile y ajies. Editorial Multi-Prensa. México.
- Oropeza, J; Russián, T; 2008. Efecto del vermicompost, sobre el crecimiento, en vivero, de la naranja 'criolla' sobre tres patrones, Agronomía Trop. 58(3) pp. 289-297.

- Parra T., S; Lara M., P; Villarreal R., M; Hernández V., S; 2012. Crecimiento de plantas y rendimiento de tomate en diversas relaciones nitrato/amonio y concentraciones de bicarbonato, Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35 No: 2 pp. 143 –153.
- Preciado R., P; Baca C., G., A; Tirado T., J., L; Kohashi S., J; Tijerina Ch., L; Martínez G., A; 2003. Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas de melón, Terra Latinoamericana, vol. 21, núm. 4, pp. 461-470.
- Preciado P., P; Fortis H., M; García H., J., L; Rueda P., E., O; Esparza R., J., R; Lara H., A; Segura C., M., A; Orozco V., J., A; 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero, Interciencia, vol. 36, núm. 9, pp. 689-693.
- Reveles H., M; Velásquez V., R; Huchín A., S; Velásquez V., M., A; Producción de plántula de chile en almacigo, 2010, Memoria 1er foro para productores de chile, Zacatecas, pp.57.
- Roblero R., H., R; Nava P., E., Valenzuela Q., W., Camacho B., J., R; y Rodríguez-Quiroz, G; 2014, Evaluación de cinco dosis de vermicomposta en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Sinaloa, México, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 8, pp. 1495-1500.
- Rodríguez D., N; Cano R., P; Figueroa V., U; Palomo G., A; Favela Ch., E; de Paul Á., V; Márquez H., C; Moreno R., A; Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato, 2008, Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 31 (3), pp. 265-272.
- Rodríguez D., N; Cano R., P; Favela Ch.; E; Figueroa V., U; de Paul Á., V; Palomo G., A; Márquez H., C; Moreno R., A; 2007, Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero, revista Chapingo serie horticultura, vol. 13, núm. 2, pp. 185-192.
- Salazar J., F., I., Juárez L. P., 2013. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annum L.*), Revista Bio Ciencias, 2 (2) pp. 27-34.
- Tucuch H., C. J.; Alcántar G., G.; Ordaz Ch., V. M.; Santizo R., J. A.; Larqué S., A; 2012. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) con diferentes relaciones NH₄⁺/NO₃⁻ y tamaño de partícula de sustratos, Terra Latinoamericana, vol. 30, núm. 1, pp. 9-15.
- Valadez, L., A. 1989. Solanáceas. 185-222. In: Producción de hortalizas. Ed. LIMUSA. México. 298.

- Vázquez G., G; Escalante E., J., A; Rodríguez G., M., T., Ramírez A., C; Escalante E., L., E. 2011. Edad al trasplante y su efecto en el crecimiento y rendimiento de chile Apaxtleco, Revista Chapingo Serie Horticultura 17(1), pp. 61-65.
- Vázquez V., P; García L., M; Navarro C., M; García H., D; 2015, efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill.*) en invernadero, Revista Mexicana de Agronegocios, vol. XIX, núm. 36, pp. 1351-1356.
- Velásquez V., R; Reveles T., L., R; 2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Folleto Técnico. Núm 50. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, P. 57.
- Villegas T., O., G.; Sánchez G., P.; Baca C., G., A.; Rodríguez M., M., N.; Trejo, C.; Sandoval V., M.; Cárdenas S., E. 2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico, Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 1, pp. 49-56.

VII. APENDICE

A1. Medias óptimas para la variable Altura de Planta, UAAAN UL, 2018.

ddt= 15		ddt=22		ddt= 29		ddt= 36		ddt= 44	
Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.
T3 (50%)	15,50 A	T1 (Testigo)	16,65 A	T1 (Testigo)	18,75 A	T3 (50%)	21,05 A	T3 (50%)	29,00 A
T1 (Testigo)	15,35 A	T2 (40%)	15,50 A	T3 (50%)	18,00 A	T1 (Testigo)	19,35 AB	T1 (Testigo)	25,10 A
T4 (60%)	15,30 A	T3 (50%)	15,50 A	T4 (60%)	16,95 AB	T4 (60%)	19,20 AB	T4 (60%)	23,40 A
T2 (40%)	11,30 B	T4 (60%)	15,35 A	T2 (40%)	13,25 B	T2 (40%)	15,50 B	T2 (40%)	20,60 A
CV= 22,12107		CV= 18,753		CV= 19,94583		CV= 21,49213		CV= 30,71891	
DMS= 2,0987		DMS= 3,6148		DMS= 4,0857		DMS= 4,9383		DMS= 9,2201	

ddt=52		ddt=60		ddt=68		ddt=76		ddt=84		Promedio	
Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.
T3 (50%)	38,60 A	T3 (50%)	52,80 A	T3 (50%)	62,50 A	T3 (50%)	69,70 A	T3 (50%)	78,50 A	T3 (50%)	39,49 A
T1 (Testigo)	32,60 A	T1 (Testigo)	48,20 A	T1 (Testigo)	59,70 A	T1 (Testigo)	65,80 A	T1 (Testigo)	75,70 A	T1 (Testigo)	36,32 A
T4 (60%)	30,00 A	T4 (60%)	47,70 A	T4 (60%)	58,40 A	T4 (60%)	59,90 A	T4 (60%)	67,10 A	T4 (60%)	35,18 A
T2 (40%)	27,60 A	T2 (40%)	39,10 A	T2 (40%)	51,70 A	T2 (40%)	50,30 A	T2 (40%)	58,80 A	T2 (40%)	29,89 A
CV= 30,94240		CV= 38,25925		CV= 35,50287		CV= 45,83282		CV= 45,00502		CV= 25,512	
DMS= 12,194		DMS= 21,983		DMS= 25,233		DMS= 34,454		DMS= 38,569		DMS= 10,997	

A2. Medias óptimas para la variable Numero de Hojas, UAAAN UL, 2018.

ddt: 15		ddt: 22		ddt: 29		ddt: 36		ddt: 44	
Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.
T1 (Testigo)	6,60 A	T3 (50%)	9,00 A	T3 (50%)	11,40 A	T3 (50%)	14,00 A	T3 (50%)	17,50 A
T3 (50%)	6,50 A	T2 (40%)	9,00 A	T1 (Testigo)	10,30 A	T4 (60%)	11,30 A	T2 (40%)	14,00 A
T4 (60%)	5,50 A	T1 (Testigo)	8,40 A	T4 (60%)	9,30 A	T1 (Testigo)	10,90 A	T1 (Testigo)	14,00 A
T2 (40%)	4,80 A	T4 (60%)	7,40 A	T2 (40%)	8,70 A	T2 (40%)	10,70 A	T4 (60%)	13,40 A
CV= 29,313		CV= 16,951		CV= 31,989		CV= 30,081		CV= 41,672	
DMS= 2,0987		DMS= 1,3144		DMS= 3,8856		DMS= 4,3165		DMS= 7,5098	

A.3. Medias óptimas para la variable número de frutos por corte, UAAAN UL, 2018.

Corte 1		Corte 2		Corte 3		Corte 4	
Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.	Tratamiento	media Sig.
T3 (50%)	2,500 A	T3 (50%)	4,375 A	T3 (50%)	5,125 A	T4 (60%)	5,375 A
T4 (60%)	1,875 AB	T1 (Testigo)	3,500 AB	T1 (Testigo)	4,000 A	T3 (50%)	5,125 A
T1 (Testigo)	1,625 AB	T4 (60%)	3,000 AB	T4 (60%)	3,750 A	T2 (40%)	4,750 A
T2 (40%)	0,500 B	T2 (40%)	1,875 B	T2 (40%)	2,750 A	T1 (Testigo)	4,625 A
CV= 81,95966		CV= 42,95863		CV= 46,37241		CV= 33,27536	
DMS= 1,8561		DMS= 1,9084		DMS= 2,5245		DMS= 2,3042	

A.4. Medias óptimas para la variable número de frutos totales por corte, UAAAN UL, 2018.

Tratamiento	media	significancia
T1 (Testigo)	15,2	A
T4 (60%)	14,6	A
T3 (50%)	11,8	A
T2 (40%)	8,8	A

CV= 38,63023
DMS= 9,1392

A.5. Medias óptimas para la variable peso de frutos por corte, UAAAN UL, 2018.

Corte 1			Corte 2			Corte 3			Corte 4		
Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.
T4 (60%)	96,80	A	T3 (50%)	87,20	A	T3 (50%)	107,40	A	T1 (Testigo)	104,40	A
T1 (Testigo)	78,40	A	T4 (60%)	60,40	A	T1 (Testigo)	87,20	AB	T4 (60%)	88,60	A
T3 (50%)	74,40	A	T1 (Testigo)	58,40	A	T4 (60%)	81,60	AB	T2 (40%)	73,60	A
T2 (40%)	64,00	A	T2 (40%)	51,60	A	T2 (40%)	33,40	B	T3 (50%)	60,80	A

CV= 42,06026 CV= 56,37594 CV= 37,40751 CV= 38,56833
DMS= 61,916 DMS= 51,60 DMS= 54,364 DMS= 59,274

A.6. Medias óptimas para la variable Peso total de frutos, UAAAN UL, 2018.

Tratamiento	media	significancia
T1 (Testigo)	314,40	A
T4 (60%)	311,40	A
T3 (50%)	242,80	A
T2 (40%)	224,40	A

CV= 36,51782
DMS= 187,36

A.7. Medias óptimas para la variable diámetro ecuatorial, UAAAN UL, 2018.

Corte 1			Corte 2			Corte 3			Corte 4		
Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.
T4 (60%)	2,81	A	T1 (Testigo)	2,75	A	T3 (50%)	3,30	A	T4 (60%)	2,60	A
T2 (40%)	2,70	A	T4 (60%)	2,58	A	T2 (40%)	3,01	A	T2 (40%)	2,48	A
T1 (Testigo)	2,67	A	T3 (50%)	2,54	A	T1 (Testigo)	2,75	A	T1 (Testigo)	2,38	A
T3 (50%)	2,50	A	T2 (40%)	2,39	A	T4 (60%)	2,69	A	T3 (50%)	2,28	A

CV= 11,93243 CV= 21,8858 CV= 25,18293 CV= 17,07617
DMS= 0,5985 DMS=1,0547 DMS=1,3921 DMS= 0,7806

A.8. Medias óptimas para la variable grosor de pericarpio, UAAAN UL, 2018

Corte 1			Corte 2			Corte 3			Corte 4		
Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.
T3 (50%)	0,262	A	T2 (40%)	0,226	A	T2 (40%)	0,304	A	T2 (40%)	0,266	A
T1 (Testigo)	0,228	A	T1 (Testigo)	0,214	A	T1 (Testigo)	0,224	AB	T1 (Testigo)	0,228	A
T2 (40%)	0,220	A	T4 (60%)	0,214	A	T4 (60%)	0,220	AB	T4 (60%)	0,212	A
T4 (60%)	0,202	A	T3 (50%)	0,212	A	T3 (50%)	0,188	B	T3 (50%)	0,184	A
CV= 11,26236			CV= 8,651522			CV= 19,38448			CV= 25,30793		
DMS= 0,0496			DMS= 0,0352			DMS= 0,0852			DMS= 0,1057		

A.9. Medias óptimas para la variable largo de fruto, UAAAN UL, 2018

Corte 1			Corte 4		
Tratamiento	media	Sig.	Tratamiento	media	Sig.
T3 (50%)	15,980	A	T2 (40%)	13,650	A
T4 (60%)	15,354	A	T1 (Testigo)	12,404	A
T1 (Testigo)	14,136	A	T3 (50%)	11,364	A
T2 (40%)	13,746	A	T4 (60%)	10,838	A
CV= 15,23004			CV= 14,97311		
DMS=4,0797			DMS= 3,2685		