

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE CHILE HUACLE (*Capsicum annum* L.)
BAJO CONDICIONES DE AGRICULTURA ORGÁNICA Y AGRICULTURA
CONVENCIONAL EN INVERNADERO.**

POR

TOMAS BARRANCO RENDÓN.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA.

ABRIL DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE CHILE HUACLE (*Capsicum annuum* L.)
BAJO CONDICIONES DE AGRICULTURA ORGÁNICA Y AGRICULTURA
CONVENCIONAL EN INVERNADERO.

POR
TOMAS BARRANCO RENDÓN.

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:

DR. PEDRO CANO RÍOS.

VOCAL:

ING. JESÚS MANUEL LUNA DÁVILA.

VOCAL:

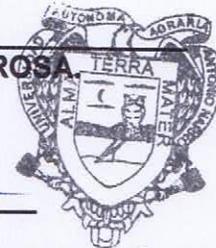
DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES.

VOCAL SUPLENTE:

ING. JUAN DE DIOS RUÍZ DE LA ROSA

M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA.

ABRIL DE 2016.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE CHILE HUACLE (*Capsicum annum L.*)
BAJO CONDICIONES DE AGRICULTURA ORGÁNICA Y AGRICULTURA
CONVENCIONAL EN INVERNADERO.

POR

TOMAS BARRANCO RENDÓN.

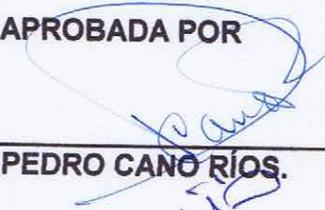
TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

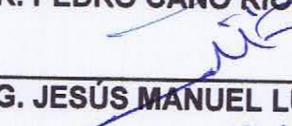
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



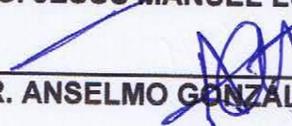
DR. PEDRO CANO RÍOS.

ASESOR:



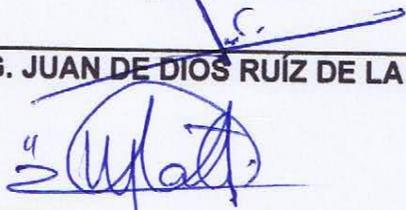
ING. JESÚS MANUEL LUNA DÁVILA.

ASESOR:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES.

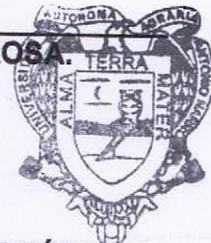
ASESOR:



ING. JUAN DE DIOS RUÍZ DE LA ROSA.



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



TORREÓN, COAHUILA.

ABRIL DE 2016.

DEDICATORIAS.

A mi padre, Joaquín Roque Barranco Flores. A mi madre, Sra. Benedicta Rendón Tepango, por todo su esfuerzo y apoyo para lograr culminar este sueño de tener una profesión y por mostrarme el camino de la perseverancia y dedicación.

A mis hermanos: Joaquín, Cesar, Martha, Viviana. Por estar siempre a mi lado mostrándome un pilar lleno de apoyo y firmeza.

A toda la familia Barranco, abuelos, tíos, primos, sobrinos y mis amigos, Sergio y Jhovany, que siempre me han demostrado el valor del trabajo y apoyo en la familia.

A mi querida Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y a todos mis docentes por brindarme todas las herramientas y apoyos para poder culminar este sueño que es mi carrera sin ello esto no sería posible.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios. Por darme la vida y por darme esta oportunidad de estudiar una carrera, y por todas aquellas bendiciones que ha tenido para mí, por el cariño de mis padres y hermanos. Y por dejarme volver con mi familia.

A mis padres. Por apoyarme en todo momento con los recursos provenientes de sus esfuerzos y así poder terminar mi carrera.

A mi querida Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y a todos mis docentes por brindarme todas las herramientas y apoyos para poder culminar este sueño que es mi carrera sin ello esto no sería posible.

Al departamento de horticultura y a todos los docentes. Presentes en el, que me brindaron todos sus conocimientos y enseñanzas para desarrollarme como profesionalista.

Agradezco inmensamente. Ing. Gaudencio Galeote, DR. Pedro Cano Ríos, al Ing. Jesús Manuel Luna Dávila y al DR. Anselmo González Torres, por apoyarme en las dificultades del desarrollo de la carrera y de este proyecto.

RESUMEN.

Se caracterizaron tres tipos de chile huacle (*Capsicum annuum* L.) rojo, negro y amarillo endémicos del estado de Oaxaca bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en invernadero, los genotipos de chile huacle presentan posición erecta, con plantas de 1.90 m de altura y tallos circulares de color verde. Las hojas son de forma ovalada de coloración verde oscuro, pubescencia escasa, pedúnculo no erecto, se ubica una sola flor por axila en posición pendiente, las anteras y filamentos son de color blanco, pueden presentar una cloración amarilla, la corola es de color blanco, el fruto en forma de corazón, de posición pendiente, de color verde fuerte en estado inmaduro y en estado maduro de color amarillo, rojo y negro de acuerdo al genotipo, presenta de tres a cuatro lóculos. El experimento se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad laguna con el objetivo de recopilar la caracterización fenotípica y la dinámica de crecimiento vegetativo y reproductivo, con un diseño experimental bifactorial. Los resultados en el experimento muestran que las condiciones de agricultura convencional afectan positivamente la dinámica de crecimiento vegetativo y reproductivo en los genotipos de huacle.

Palabras claves: Huacle, Invernadero, Agricultura orgánica, Caracterización, Té de compost.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.	i
AGRADECIMIENTOS.	ii
RESUMEN.	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.	viii
ÍNDICE DE CUADROS.	x
I.- INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1 El cultivo del chile.	4
2.2 Proceso productivo.	5
2.2.1 Principales plagas del chile.	5
2.2.2 Principales enfermedades del chile.	7
2.2.3 Nutrición mineral.....	8
2.2.4 Función de los minerales.....	13
2.2.5 Solución nutritiva convencional.....	14
2.2.6 Té de composta.....	16
2.2.7 Cultivo en sustrato.....	17
2.2.8 Cultivo en arena.	19

2.3 Generalidades de los invernaderos.....	20
2.3.1 Ventajas.	20
2.3.2 Desventajas.....	21
2.4 El chile huacle.....	22
2.4.1 Caracterización de chile huacle.	23
2.4.2 Características morfológicas.....	24
2.4.3 Planta.	24
2.4.4 Tallo.	24
2.4.5 Hojas.	24
2.4.6 Flores.	25
2.4.7 Frutos.	26
III.- MATERIALES Y MÉTODO.....	27
3.1. Ubicación del proyecto.....	27
3.2 Ubicación geográfica de la comarca lagunera.....	27
3.3 Clima.	27
3.4 Características del invernadero.....	28
3.5 Diseño experimental.	29
3.6 Material vegetal.....	29
3.7 Variables evaluadas.....	29
3.7.1 Datos de la planta.....	29
3.7.2 Datos de la hoja.....	30

3.7.3 Datos de la flor.	31
3.7.4 Datos del fruto.	32
3.8 Manejo del cultivo.	36
3. 8.1 Siembra.	36
3.8.2 Trasplante.	36
3.8.3 Labores Culturales.	36
3.8.4 Riego y Fertilización.	37
3.8.5 Plagas y Enfermedades.....	38
3.8.6 Cosecha.	38
3.8.7 Herramientas de Medición.	39
3.8.8 Análisis estadístico.	39
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1 Caracterización fenotípica.....	40
4.2 Características de la hoja.....	43
4.3 Características de la flor.	44
4.4 Características del fruto.	46
4.5 Dinámicas de crecimiento vegetativo y reproductivo.	52
4.5.1 Altura de planta.	52
4.5.2 Diámetro de tallo.	54
4.5.3 Número de hojas.	56
4.5.4 Número de brotes florales.	59

4.5.5 Producción de flores.....	61
4.5.6 Número de frutos cuajados.....	64
V.- CONCLUSIONES.....	67
VI.- BIBLIOGRAFÍA.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1	Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizado en el experimento UAAAN-UL, 2015.....	28
Figura 2	Tutorado de plantas cuando estas ya no podían sostenerse por sí mismas y regado de los pasillos para ayudar al sistema de enfriamiento a bajar las altas temperaturas dentro del invernadero. UAAAN- UL, 2015.....	37
Figura 3	Cosecha de frutos de Chile Huacle con cierto grado de maduración. UAAAN- UL, 2015.....	38
Figura 4	Muestra la posición (ERECTA) de la planta establecida en la UAAAN.UL 2015.....	41
Figura 5	Características del chile huacle al inicio de su crecimiento, he inicio de floración. UAAAN, UL 2015.....	42
Figura 6	Característica de la hoja de cada genotipo de chile huacle, establecido en UAAAN.UL 2015.....	43
Figura 7	Características de flor en los diferentes genotipos de chicle huacle, UAAAN, UL 2015.....	45
Figura 8	Características de los frutos de los genotipos de chile huacle UAAAN, UL 2015.....	47
Figura 9	Efectos en altura de planta de los genotipos de huacle con aplicación de solución nutritiva convencional. UAAAN, UL. 2015.....	53
Figura 10	Efecto en altura de planta de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN.UL, 2015.....	53
Figura 11	Efecto en la altura de planta de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost) UAAAN, UL 2015.....	54
Figura 12	Efectos en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle en condiciones de agricultura convencional UAAAN, UL, 2015.....	55
Figura 13	Efecto en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN.UL,2015.....	55
Figura 14	Efectos en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost) UAAAN, UL. 2015.....	56

Figura 15	Efecto en el número de hojas de los genotipos de huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN. UL. 2015.....	57
Figura 16	Efecto en el número de hojas de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.....	57
Figura 17	Efectos en el número de hojas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost). UAAAN.UL. 2015.....	58
Figura 18	Efectos en la Producción de brotes florales en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN.UL.2015.....	59
Figura 19	Efectos en número de brotes florales en los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.....	60
Figura 20	Efectos en la Producción de brotes florales en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost) UAAAN.UL.2015.....	60
Figura 21	Efecto en la Producción de flores en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN.UL. 2015.....	62
Figura 22	Efecto en producción de flores en los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.....	62
Figura 23	Efectos en la Producción de flores en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost) UAAAN.UL. 2015.....	63
Figura 24	Efectos en la Producción de frutos cuajados en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN, UL. 2015.....	64
Figura 25	Efecto en número de frutos cuajados de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL 2015.....	65
Figura 26	Efectos en la Producción de frutos cuajados en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (Te de compost) UAAAN, UL.2015.....	65

ÍNDICE DE CUADROS.

		P.
Cuadro 1	Fertilizantes y cantidades para la solución nutritiva concentrada en un litro de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAN-UL, 2015.....	37
Cuadro 2	Características de la planta, UAAAN, UL.2015.....	40
Cuadro 3	Características del tallo, UAAAN, UL.2015.....	41
Cuadro 4	Características de la hoja, UAAANUL.2015.....	43
Cuadro 5	Características de la flor, UAAAN, UL.2015.....	44
Cuadro 6	Características del fruto, UAAAN, UL.2015.....	46
Cuadro 7	Características del fruto, UAAAN, UL.2015.....	48
Cuadro 8	Características del fruto, UAAAN, UL. 2015.....	50

I.- INTRODUCCIÓN.

México es considerado uno de los centros de origen del chile (*Capsicum spp.*) por lo cual se tiene una amplia variabilidad genética de (*Capsicum annuum* L.) con más de 40 tipos nativos, de estos, el serrano, jalapeño, ancho, pasilla, guajillo y de árbol son los que cubre mayor superficie sembrada en el país (CONAPROCH, 2009).

En el 2007, se sembraron alrededor de 150 mil ha de chile verde y 53 mil ha de chile seco; destacando por superficie sembrada y cosechada las entidades de Zacatecas Chihuahua, Sinaloa, San Luís Potosí y Veracruz (SIAP, 2009). El chile huacle o chilhuacle forma parte indispensable en la elaboración del mole negro, una de las especialidades culinarias del estado de Oaxaca (Agroproduce, 2005).

El cultivo de esta especie en el estado de Oaxaca se ha restringido a pequeñas superficies a cielo abierto con una producción promedio de 800 kg por hectárea, principalmente en la región de la Cañada, donde los productores hacen uso moderado de agroquímicos y utilizan riego por gravedad, y se desconoce su manejo en un sistema protegido, así como sus requerimientos climáticos, nutricionales, etc. (Agroproduce, 2005).

Así mismo, el cultivo de chile huacle presenta serios y variados problemas en su proceso productivo; dentro de los que sobresale la alta incidencia de enfermedades de naturaleza viral, ataques de plagas del fruto, carencia de

genotipos puros, deficiencias nutricionales y manejo postcosecha. Además, el cultivo en campo sufre las consecuencias de la deficiencia de agua ya sea de lluvia o la suministrada por riego, esta última cada vez más escasa en la región de la cañada (Agroproduce, 2005).

Respecto a la nutrición del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) se desconocen dosis de fertilización para suelo, de tal manera que esta es una problemática prioritaria del cultivo. La nutrición de los cultivos se basa en la cantidad y disponibilidad de los elementos presentes ya sea en el suelo o en la solución nutritiva para el óptimo desarrollo de una planta, en el caso de la fertirrigación de cultivos hortícolas es necesario cuidar el equilibrio nutricional el cual se logra aportando mediante soluciones nutritivas las cantidades “equilibradas” de aniones y cationes (Abad, 1994). En pimiento se han propuesto diferentes soluciones nutritivas para rendimiento y calidad de fruto, y se ensayaron las soluciones nutritivas propuestas para pimiento y otros cultivos hortícolas de Escobar (1993), Steiner (1961), Berenger (2007) y Urrestarazu (2004), variando los niveles de nutrientes en la solución nutritiva, éstas soluciones son las más recomendadas para el cultivo de pimiento y otros cultivos hortícolas en cultivo sin suelo (Balcaza, 2003).

OBJETIVOS.

1.1 Objetivo general.

Caracterización fenotípica del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en invernadero.

1.1.2 Objetivos específicos.

1. Evaluar la dinámica de crecimiento en el desarrollo vegetativo del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en invernadero.
2. Evaluar la dinámica de crecimiento en el desarrollo reproductivo del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en invernadero.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 El cultivo del chile.

Existen a nivel mundial alrededor de 140 variedades botánicas diferentes de chiles, de los cuales 15 se cultivan y comercializan en México. Produciéndose anualmente más de 500 mil toneladas de chiles frescos y alrededor de 60 mil toneladas de chiles seco (Elizondo, 2002).

En México, el cultivo de chile se encuentra dentro de los principales cultivos hortofrutícolas, ocupando el 2º lugar después de China, en cuanto a la superficie nacional con 157,400 has, de las cuales se obtiene una producción de alrededor de 1,670,000 ton con rendimiento promedio de 11.3 ton ha⁻¹ (Elizondo, 2002).

El chile es una especie de gran importancia comercial pues es cultivado para consumo en fresco, seco y en productos procesados. Según datos de la FAOSTAT (2010), la superficie mundial sembrada de chile asciende a 1.8 millones de hectáreas, con una producción de 29.4 millones de toneladas. Después de China, México tiene el segundo lugar como productor de chile en la escala mundial. De acuerdo con la producción obtenida en toneladas le siguen Turquía, Indonesia, Estados Unidos y España, representando juntos el 76 % del volumen mundial de producción (FAOSTAT, 2010).

2.2 Proceso productivo.

El chile huacle se cultiva principalmente en las localidades de Cuicatlán, Santiago Nacaltepec, San Juan Bautista Atlatlahuaca, Valerio Trujado, Tecomavaca, entre las coordenadas 17° 29' 8.03" N - 96° 49'7.7" O, entre 687-1085 msnm, en estas localidades se cultiva a cielo abierto en superficies que varían de 2,500 a 5,000 m² y ocasionalmente en terrenos de una hectárea, en terrenos con pendientes que varían de 1 a 10% (López, 2005).

2.2.1 Principales plagas del chile.

Araña roja (*Tetranychus urticae* (koch))

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos (INFOAGRO, 2003).

Trip (*Frankliniella occidentalis*).

Estos pequeños insectos producen daños por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del

virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena (Morales, 2003).

Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (Wes)).

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de neegrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas (INFOAGRO, 2003).

Pulgón verde. (*Myzus persicae*, Sulzer)

Es una plaga importante a nivel nacional, y se presenta durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, en formas las aladas y ápteras. Además del daño que causa como insecto chupador, es uno de los transmisores primarios de las enfermedades virósicas del tipo no persistente, cuya principal característica es el breve tiempo en que el pulgón las transmite a las plantas; los pulgones alados son los más peligrosos debido a su gran actividad y a la facilidad que tienen para desplazarse (Pérez, 1997).

2.2.2 Principales enfermedades del chile.

Mal del Talluelo "Damping Off"

Los agentes causales son: *Pythium* spp, *Rhizoctonia* ssp, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp. Es una enfermedad de etiología compleja, que puede presentarse pre y post emergencia de las plántulas de chile. En el primero de los casos se nota por fallas en la germinación y se encuentran las semillas con podredumbre húmeda. En el segundo de los casos las plántulas presentan una constricción a nivel del cuello. Con necrosis de tejidos que toman un color pardo. El completo de agentes causales incluye hongos que normalmente habitan en el suelo (Cano, 1998).

Podredumbre Gris (*Botrytis cinerea*)

Produce lesiones de color pardo en flores y hojas. En frutos se produce una podredumbre blanda en los que se observa el micelio gris del hongo. Es ocasionada, principalmente, por mojarse la planta y el fruto, bien por lluvia, riego, o las gotas de condensación del plástico en invernaderos. Dos recomendaciones importantes son: eliminar plantas infectadas, restos de cultivo y malas hierbas y tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. (Morales, 2003)

Marchitez del Chile (*Phytophthora capsici* Leo)

(Pérez, 1997). El hongo puede dañar cualquier parte de la plantas sin importar la edad de la misma, pues aunque normalmente se encuentra en el suelo desde donde infecta la raíz o la base del tallo, puede ser acarreado por vientos húmedos en época de lluvias e infectar las partes aéreas como hojas, ramas y fruto. Cuando la infección es por la raíz o la base del tallo y la planta aún es pequeña, se observa un “secamiento” o “ahogamiento” o si ésta se encuentra en floración los síntomas presentes son una pudrición de color café oscuro que circunda la base del tallo; posteriormente la planta se pone triste como si sufriera por falta de agua y finalmente muere. Si el hongo fue acarreado por viento húmedo e infecto las partes aéreas, los síntomas serán manchas cafés y muerte de hojas. Por último en el fruto aparecerán lesiones suaves de color verde claro, las cuales avanzarán hasta cubrirlo completamente.

2.2.3 Nutrición mineral.

La nutrición mineral incluye el suministro, absorción y utilización de los nutrimentos esenciales para el crecimiento y producción de los cultivos, las plantas son los únicos organismos vivos que pueden sintetizar todas las sustancias que requieren, incluso aminoácidos, hormonas y vitaminas, si se les proporcionan los elementos minerales esenciales junto con bióxido de carbono y agua; el requerimiento nutricional de los cultivos está definido por la especie, y difiere entre variedades de una misma especie, de acuerdo a su nivel de producción, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y fertilidad de los suelos,

características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural (Núñez *et al.*, 1996).

En otras especies de chile como el poblano, se sugiere fertilizar con 140 kg de nitrógeno por hectárea en dos aplicaciones y 60 de fósforo por hectárea. Antes del trasplante u ocho días después aplicar 70 kg de nitrógeno, lo que equivale a 210 kg de sulfato de amonio o bien 150 kg de urea. Los 60 kg de fósforo pueden aplicarse como superfosfato de calcio simple (300 kg). Los 70 kg de nitrógeno restantes se aplican al inicio de la floración; en ambos casos el fertilizante debe aplicarse en banda a 10 cm de profundidad y aun lado de las plantas, evitando el contacto directo con las raíces (Samperio, 2002).

En la última década, la producción de cultivos en hidroponía ha sido una opción adicional para abastecer de alimentos a la población. Entre otros factores, la solución nutritiva es parte fundamental en la hidroponía; de la solución nutritiva depende la magnitud y calidad de la producción (Cadaña, 2005).

En plantas de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) con “mosaico” o “chino” en el follaje se llevó a cabo un ensayo con la omisión de uno o más nutrientes en la solución nutritiva sobre el desarrollo y rendimiento de plantas sanas y enfermas de virus, y encontraron que la altura de planta, la producción de frutos y la producción de biomasa seca total fueron significativamente inferiores en las plantas enfermas de virus que en las sanas, esto por la alteración en la concentración y distribución de los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Velasco *et al.*, 1998).

La falta de nitrógeno en las soluciones nutritivas empleadas en el cultivo, se asocia con la disminución en las variables de crecimiento hasta en un 70% y en las de producción en más del 95% (rendimiento), (Fageria *et al.*, 1997).

(Alonso *et al.*, 2002), en su estudio producción de chile jalapeño con nutrición nitrogenada y potásica reportaron que la altura de planta está determinada por estos dos elementos y que cuando se realizaron aplicaciones de nitrógeno en el intervalo de 290 y 390 kg ha⁻¹ y aplicaciones de potasio en el intervalo de 50 y 90 kg ha⁻¹, favorece significativamente la altura de planta.

(Hassan *et al.*, 1995), estudiaron que para un buen crecimiento y rendimiento de chile (*Capsicum annuum* L.) es muy importante la fertilización potásica y el uso del acolchado, ya que son factores que contribuyen al incremento en la altura de planta, número de frutos y peso seco de planta.

(Preciado *et al.*, 2008), realizaron un experimento para evaluar tres dosis de amonio y 3 de fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño, y encontraron que el amonio afectó el peso seco de raíz, área foliar, altura de planta y diámetro de tallo, sin embargo, dichos indicadores de crecimiento no se vieron afectados por el fosfato.

Otros autores han concluido que el crecimiento del diámetro del tallo de la planta está controlado por los meristemas, estos son tejidos embrionarios poco diferenciados y en constante división celular, ellos producen constantemente nuevos tejidos, el meristemo encargado de controlar el diámetro es el meristemo secundario situado entre el xilema y el floema que son sistemas conductores de

nutrientes y agua, el mecanismo de transporte de los solutos en el xilema es principalmente por flujo de masas donde el nitrógeno pueden ser absorbidos en las paredes de las células en forma de nitratos, amidas y aminoácidos interviniendo en la multiplicación y diferenciación celular, siendo probablemente la razón para el crecimiento del diámetro, ya que a mayor contenido de nitrógeno, mayores niveles de clorofila traducido en mayor vigor de las plantas (Alcantar *et al.*, 2008).

La altura de planta está relacionada principalmente con el suministro del nitrógeno, y potasio siendo que éste elemento en pimiento es muy demandante sobre todo en la etapa de crecimiento, ya que el nitrógeno conduce a la utilización de los hidratos de carbono para formar células y para aumentar el crecimiento de la planta (Alabi, 2006).

(Alonso *et al.*, 2002), la poca respuesta a la fertilización nitrogenada, también puede estar asociada al endemismo de la planta de Chile huacale, la cual responde mejor a elementos orgánicos naturales presentes en el suelo que a los fertilizantes de síntesis.

(Balcaza., 2003), señaló en su ensayo sobre el cultivo de pimiento, que este tipo de *Capsicum* necesita diferentes tipos de nutrientes, según su estado fenológico, de los cuales este cultivo es muy demandante de nitrógeno, sobre todo en la etapa de crecimiento y disminuye en los periodos de floración y amarre de fruto ya que un exceso en el periodo reproductivo provoca un retraso en la maduración, al igual que el elemento anterior el fósforo es importante en las primeras etapas para

estimular la formación de raíces y también es necesario en periodos de floración y formación del fruto y su máxima demanda ocurre cuando se acerca la floración y la maduración de las semillas, por otra parte el potasio se debe aportar en la etapa de desarrollo incrementándose hacia la floración y manteniéndose constante ya que es determinante de la precocidad, firmeza y el color de la fruta, por último, el pimiento es más exigente de magnesio cuando se encuentra en la fase de maduración.

Khan *et al.*, (2010), estudio el nitrógeno y fósforo en el rendimiento y crecimiento del *Capsicum* que consistió en 4 niveles de nitrógeno y 3 niveles de fósforo encontraron que la altura de planta, número de brotes y número de frutos por planta incrementa significativamente con el incremento de la dosis de nitrógeno y con el incremento de fósforo.

Martínez *et al.*, (2003), investigaron la influencia de 4 dosis de nitrógeno y potasio en la calidad del chile "Jupiter" (*Capsicum annuum*) encontró que altas dosis de nitrógeno y bajas concentraciones de potasio incrementan la firmeza y los sólidos solubles totales en los frutos.

En Chile huacale aún no existen estudios referentes a la dosis de fertilización adecuada, mientras tanto, los productores de la región de Cuicatlán realizan la fertilización edáfica aplicando 4 bultos del fertilizante 18-46-00, 4 bultos de 46-00-00 y 4 de 17-17-17 por hectárea, respectivamente (comunicación personal 12/04/09).

En la primera fertilización se aplica 17-17-17 junto con el superfosfato triple y en una segunda aplicación solo bases nitrogenadas. Las dosis empleadas para el nitrógeno llegan a ser hasta de 200 kg ha⁻¹, mientras que lo recomendado por INIFAP la dosis recomendada es de 150-60-00.

2.2.4 Función de los minerales.

Las plantas tienen la habilidad de poder seleccionar la cantidad de los diversos iones que absorben, normalmente esta absorción no es directamente proporcional a la cantidad de nutrientes que existe, las plantas son selectivas (Baixauli y Aguilar, 2000).

Solamente 17 elementos están considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos están divididos en macronutrientes, que son aquellos requeridos en grandes cantidades por las plantas, y en micronutrientes, aquellos que son requeridos en menor cantidad. Los macronutrientes incluyen al C, H, O, N, P, K, Ca, S y Mg; los micronutrientes son el Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu, Mo y Ni (Urrestarazu, 2000).

Las variaciones en la cantidad de los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento normal de una planta son grandes. Los requerimientos cuantitativos dependen del cultivo, el nivel de producción y el nutriente en particular. Por ejemplo el N, P, K, Ca, Mg y S se requieren en decenas y cientos de kilogramos por hectárea por los cultivos vegetales y los micronutrientes en gramos por hectárea. Tres elementos C, H y O se obtienen del aire o agua y componen aproximadamente el 95 % de la planta, mientras que los otros nutrientes se

encuentran en forma iónica en la solución del suelo, con carga positiva (catión) o negativa (anión) y son normalmente absorbidos por medio de la raíces ya sea de la solución del suelo o por intercambio de contacto (Miranda *et al.*, 2003).

2.2.5 Solución nutritiva convencional.

La nutrición juega un papel importante en el ciclo biológico de las plantas cultivadas bajo invernadero. Los aspectos más importantes de la solución nutritiva 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 NO_3^- : NH_4^+ y la temperatura. La relación mutua entre los aniones y entre los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas, estas relaciones deben ser modificadas en cada etapa fenológica de la misma. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que 6 dS m^{-1} se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, desbalance entre éstos; pero una CE menor que 2 dS m^{-1} , es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. El pH de la solución nutritiva determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca^{2+} , para evitar su precipitación, el pH debe ser mantenido entre 5.5 y 6.0. La relación NO_3^- : NH_4^+ afecta la calidad y la producción de frutos. La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de nutrimentos y en el contenido de oxígeno disuelto. Las propiedades deseadas en toda solución nutritiva son: Solubilidad, Pureza y Compatibilidad de sus elementos (Urrestarazu, 2000).

El chile huacle (*Capsicum spp.*) es de la misma especie que el pimiento, el cual es la especie de *Capsicum* con mayor superficie sembrada bajo invernadero a nivel mundial (Gamayo, 2006).

Para la nutrición de las plantas de pimiento en un cultivo sin suelo usando perlita como sustrato bajo un sistema de fertirriego, Escobar (1993) recomienda una solución nutritiva compuesta de los nutrientes siguientes: 13.5 (NO₃⁻), 1.5 (H₂PO₄⁻), 2.7 (SO₄²⁻), 5.5 (K⁺), 9 (Ca²⁺) y 3 (Mg²⁺) meq L⁻¹. Manteniendo un pH de la solución nutritiva entre 5.5 y 6 mediante el uso de ácido fosfórico y nítrico.

Por otra parte Urrestarazu (2000), recomienda una solución nutritiva para un cultivo de pimiento en cultivo sin suelo en lana de roca, compuesta por 16 (NO₃⁻), 1.75 (H₂PO₄⁻), 2.5 (SO₄²⁻), 1 (NH₄⁻), 8 (K⁺), 8 (Ca²⁺) y 2.5 (Mg²⁺) meq L⁻¹.

Berenger (2007), propone la solución de 9.18 (NO₃⁻), 1.5 (H₂PO₄⁻), 3.12 (SO₄²⁻), 0.8 (NH₄⁻), 3.06 (K⁺), 6.64 (Ca²⁺) y 3.50 (Mg²⁺) meq L⁻¹ para el cultivo de pimiento en cultivo sin suelo.

La solución de Steiner (1961) es la más utilizada en la mayoría de los cultivos, una de las razones es por considerarse equilibrada entre aniones y cationes, reflejándose en buenos rendimientos manteniendo la calidad del producto, está compuesta de 12 (NO₃⁻), 1 (H₂PO₄⁻), 7 (SO₄²⁻), 7 (K⁺), 9 (Ca²⁺) y 4 (Mg²⁺) meq L⁻¹.

2.2.6 Té de composta.

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín *et al.*, 2001). Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de composta o vermicomposta (Lamas *et al.*, 2003).

Estos materiales representan una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos, especialmente en cultivos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

Se ha comprobado que el uso de compostas puede satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo de tomate en invernadero durante los primeros dos meses después del trasplante (Raviv *et al.*, 2004).

No obstante, después de este tiempo, el cultivo manifiesta deficiencias nutrimentales, principalmente de nitrógeno (Márquez y Cano, 2004). Lo anterior puede deberse a la baja tasa de mineralización del nitrógeno en compostas (Eghball, 2000).

El té de composta es la solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos (Ingham, 2005).

Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Rippy, 2004).

El té de composta se ha utilizado para prevenir enfermedades, tanto en aspersión foliar (Ingham *et al.*, 2005). Como aplicado al sustrato (Scheuerell y Mahaffee, 2004).

2.2.7 Cultivo en sustrato.

Resh (1992), las ventajas más importantes del cultivo hidropónico frente al sistema tradicional de utilizar el suelo y fertilizantes con macroelementos, son una mayor eficiencia en la regularización de la nutrición, su posibilidad de empleo en regiones del mundo que carecen de tierras cultivables, una utilización más eficiente del agua y fertilizantes, mas fácil y bajo costo de desinfección del medio, así como una mayor densidad de plantación que nos conduce a un incremento de cosecha por unidad de superficie.

Desde el punto de vista práctico, los cultivos sin suelo suelen clasificarse en cultivos hidropónicos (cultivo en agua mas nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico). En adición, los cultivos sin suelo pueden funcionar como sistemas abiertos o como sistemas cerrados (Cadahía, 2005).

Otra ventaja de la hidroponía sería la humedad del sustrato que puede ser siempre uniforme y controlado, excelente drenaje, se pueden obtener varias cosechas por

año, hay uniformidad en el cultivo, además se puede producir donde el suelo es una limitante para la agricultura normal (Romero, 2005).

Generalmente en estos sistemas se utiliza como sustrato algún material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado que permita el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto un papel de soporte para la planta. Los sustratos pueden ser de materiales químicamente inertes o activos, que pueden o no aportar nutrientes a las plantas (González, 2005).

Las principales funciones de un sustrato dentro del sistema de cultivo sin suelo es el de proporcionar un medio ambiente “ideal” para el crecimiento de las raíces y constituir una base adecuada para el anclaje o soporte mecánico de las plantas (Baixauli y Aguilar, 2000).

En esta técnica, las semillas germinan, crecen y se desarrollan hasta su producción, en un medio inerte (agregado) que es regado con una solución nutritiva. En este método hay un sustrato, que puede ser de origen vegetal (turba, virutas menudas, aserrín, etc.) o de origen mineral o plástico (arena, grava, fibracel, etc.), dicho método es el más difundido (Samperio, 2002).

2.2.8 Cultivo en arena.

Es un sustrato muy variable en tamaño, forma, composición y color. El diámetro de las partículas de arena más adecuadas oscila entre 0.5 y 2.5 mm. Las arenas que se pueden utilizar son las de río (lavada) y la de tezontle.

En todo sistema hidropónico de producción es necesario el uso de recipientes y/o contenedores para el sustrato en donde se van a desarrollar los cultivos, estos pueden ser: cubetas, ollas, macetas, bolsas de polietileno, huacales, láminas acanaladas, etc. Estos recipientes tienen distintos tamaños y formas y los materiales que se pueden utilizar son el concreto, asbesto, madera, lámina galvanizada, ladrillo, polietileno, cartón asfaltado, fibra de vidrio, etc. (Espinoza. R. P. 1985.)

La arena se utiliza en calidad de sustrato desde hace más de un siglo y los primeros cultivos en este medio se informaron en 1860. Aunque en líneas generales este sistema ha tenido éxito limitado, producto de que el tamaño de la partícula impide la circulación de la solución con la rapidez requerida y el origen frecuentemente calcáreo de la arena provoca alteraciones en el pH de la solución; este material es ampliamente utilizado, especialmente en aquellas zonas desérticas y costeras donde abunda y su costo hace que sea el sustrato preferido, entre otros materiales. Con fines de hidroponía se utiliza también con resultados aceptables la arena de río, arena de sílice, de cuarzo, etc. Así mismo, todos los

tipos de arena requieren de un cuidadoso tamizado, con el fin de evitar incluir partículas mayores de 2 mm y menores de 0.6 mm (Resh, 1992).

2.3 Generalidades de los invernaderos.

Rodríguez y Jiménez (2002); sugieren que un invernadero es una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente favorable para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad, época de siembra, sanidad vegetal, etc. Las cuales son prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que se persiguen en un cultivo protegido tales como: incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de diferente origen climático del ambiente natural donde se desea cultivarlas.

2.3.1 Ventajas.

Romero (1988) menciona las siguientes ventajas de la producción bajo condiciones de invernadero:

- 1) Programación de cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- 2) Precocidad en el ciclo de cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.

- 3) Aumento en el rendimiento hasta un 300%.
- 4) Mayor calidad de frutos, ya que estos son más uniformes.
- 5) Ahorro de agua (se puede llegar a recuperar de 60 a 80% del agua aplicada que se evapotranspira).
- 6) Control adecuado de plagas y enfermedades.

2.3.2 Desventajas.

Sánchez y Favela (2000), mencionan las siguientes desventajas:

- 1) Se requiere una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
- 2) Alto costo de los insumos.
- 3) Las instalaciones y estructuras representan una elevada inversión inicial.
- 4) Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- 5) Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
- 6) Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

2.4 El chile huacle.

El chile es una de las primeras plantas domesticadas que se cultivan en México y en el mundo debido a su gran diversidad genética, podemos encontrar frutos de diferentes formas, tamaños, colores, sabores, aromas y grados de pungencia (Ramiro, 2003).

La gran diversidad de morfotipos que se encuentra en el estado de Oaxaca no se conoce aun, (Ramírez *et al.*, 2000), y algunos se encuentran cultivadas en regiones específicas, como es el caso del chile huacle que se encuentra cultivada en la región de la cañada (López, 2004).

La importancia del chile huacle radica en que es un condimento indispensable para la elaboración del chile negro, una de las especialidades culinarias en el estado de Oaxaca formando así parte de la riqueza cultural del estado (Agroproduce, 2005).

Su cultivo se limita a una superficie de 50 a 25 ha en la región de la cañada y cuyo proceso productivo involucra riego rodado, un moderado uso de agroquímicos, principalmente fertilizantes orgánicos, fungicidas e insecticidas para evitar los constantes problemas fitosanitarios (Agroproduce, 2005).

En la actualidad la superficie de siembra y el número de los productores ha disminuido considerablemente debido a escasas lluvias y altas temperaturas que no permiten obtener buenas cosechas (Max, 2009).

2.4.1 Caracterización de chile huacle.

El chile huacle es una planta anual, herbácea, de crecimiento determinado, su raíz es pivotante con numerosas raíces adventicias, y alcanza profundidades de 70 a 120 cm. La flor del chile es frágil y se presenta en cada nudo del tallo. El fruto es una baya constituida por un grueso pericarpio y un tejido placentario al que se le unen las semillas, con una superficie tersa, voluminosa y con forma de cápsula. Las semillas son aplanadas y lisas, ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años (López, 2005).

La planta presenta un tallo principal, de crecimiento limitado, que ramifica en 3 o 4 ramas o tallos secundarios entre los 10 y 40 cm de altura, estas ramas se bifurcan de forma dicotómica apareciendo los tallos terciarios y así sucesivamente hasta el final de su ciclo. Los tallos son herbáceos, semileñosos en la base y de escasa pubescencia. Las hojas son de forma lanceoladas y de escasa pubescencia, la corola de la flor de color amarillo claro, estigma inserto, el color del filamento amarillo, anteras de color azul pálido, fruto de forma acampanulado, con ápice de forma hundido y agudo (López, 2005).

2.4.2 Características morfológicas.

2.4.3 Planta.

Herbácea, perenne con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los cultivados en invernadero (INFOAGRO, 2003).

2.4.4 Tallo.

El chile huacle presenta características de habito de crecimiento erecto, los tallos angulosos o cilíndricos de color verde en la mayoría de los casos, con pubescencia escasa (Andrés, 2006).

La planta presenta un tallo principal, de crecimiento limitado, que ramifica en 3 o 4 ramas o tallos secundarios entre los 10 y 40 cm de altura, estas ramas se bifurcan de forma dicotómica apareciendo los tallos terciarios y así sucesivamente hasta el final de su ciclo (López, 2005).

El tallo crece hasta una altura de 30-120 cm, dependiendo de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta de chile (Pérez, 1997).

2.4.5 Hojas.

En su caracterización de diversos genotipos chiles regionales del estado de Oaxaca; menciona que las hojas del chile huacle son de forma ovalada, de color verde oscuro, pubescencia escasa y de pedúnculo no erecto (Andrés 2006).

De forma ovalada, de color verde oscuro, con ápice acuminado, base atenuada y margen laminar entero; con ampollado medio en la superficie de la hoja, pinnadamente nervadas y pubescencia escasa. Con posición del pedúnculo no erecto, (Revista Agroproductividad, SNICS – SAGARPA, 2015).

2.4.6 Flores.

Las flores, generalmente son solitarias, terminales pero la forma de ramificación parecen ser axilares, los peciolos miden más de 1.5 cm de longitud; el cáliz es campanulado, ligeramente pentadentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado y cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada campanulada, dividida en 5 o 6 partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, es de color blanca (SARH, 1994).

Son de posición intermedia, con anteras de color morado y filamento blanco; el estigma es de tipo exserto. La corola es de color blanco, pétalos blancos en número de seis y deciduos (Revista, Agro productividad, SNICS - SAGARPA 2015).

Las flores se ubican una en cada axila con posición intermedia, las anteras y filamentos son de color amarillo y de menor medida, las anteras pueden presentar un color azul pálido, la corola es de color amarillo o color blanco, (Andrés 2006).

2.4.7 Frutos.

El fruto es una baya indehiscente con gran cantidad de semillas, colgante o erecto, naciendo solamente en los nudos, muy variable en forma, tamaño, color y en lo picante; su forma es linear, cónica o globosa, mide de 1 a 30 cm de longitud; el fruto inmaduro es verde o púrpura y cuando se madura es de color rojo, naranja, amarillo, café, crema o púrpura (SARH, 1994).

Es una baya de forma trapezoidal, posición pendiente, textura lisa en la superficie, ápice agudo color verde e intensidad media antes de la madurez, y de color café obscuro e intensidad media y brillantez fuerte en su madurez, aunque también existen frutos de color rojo y amarillo. En los tres casos, los frutos presentan forma angular predominante en la sección transversal, con tres o cuatro lóculos (Revista Agro productividad, SNICS – SAGARPA, 2015).

III.- MATERIALES Y MÉTODO.

3.1. Ubicación del proyecto.

El experimento se realizó en un invernadero del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL ubicada en carretera Santa Fe km 4, Torreón, Coahuila México. La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna se localiza bajo las coordenadas geográficas de 103° 22’ 30.98” y 103° 22’ 31.23” longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 33’ 26” y 25° 33’ 27.03 de latitud norte con una altura de 1140 msnm (CNA, 2002).

3.2 Ubicación geográfica de la comarca lagunera.

La ciudad de Torreón se localiza en la región conocida como la Comarca Lagunera. La Comarca Lagunera se ubica entre los meridianos 101°41’ y 101°61’ W de G longitud Oeste y los paralelos 24°59’ y 26°53’ latitud norte. La altura promedio de esta región es de 1,140 msnm (CNA, 2002).

3.3 Clima.

La comarca lagunera tiene un clima de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, con una precipitación promedio de 300 mm anuales en la mayor parte de la región, y de 400 mm en las zonas montañosas al oeste, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. Una temperatura media anual de 20° C, en los meses de Noviembre a Marzo la temperatura media mensual varía de 13.6° y 9.4° C. La humedad relativa en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %.

3.4 Características del invernadero.

Es un tipo de invernadero semicircular (Figura 1), cubierto con plástico transparente y malla sombra al 50%, con estructura metálica. Cuenta con un sistema de enfriamiento automatizado compuesto por una pared húmeda cuatro ventiladores en el techo y dos extractores en la parte frontal. Con dimensiones de: 9 m de ancho, 23 m de largo y 4.5 m de alto; cuenta en el interior con piso de grava, sistema de riego por goteo automatizado, con bomba venturi para inyectar fertilizantes.



Figura 1. Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizado en el experimento UAAAN-UL, 2015.

3.5 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con un arreglo bifactorial, donde el factor A son las soluciones nutritivas, solución orgánica (té de compost) y solución convencional (recomendada CENID RASPA para el chile habanero), el factor B los genotipos de Chile Huacle con dos repeticiones y 12 plantas por genotipo en cada tratamiento como unidad experimental.

3.6 Material vegetal.

El Chile Huacle es una rareza endémica del municipio de San Juan Bautista Cuicatlan, Oaxaca. Para conseguir el material se realizó una visita a los pocos productores de este chile para solicitarles algunas semillas de cada genotipo a lo cual accedieron de una manera muy amable y brindando todo su apoyo.

3.7 Variables evaluadas.

Las variables a evaluar fueron de acuerdo a la Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002). Las características de la planta evaluadas se presentan en esta sección.

3.7.1 Datos de la planta.

a) Posición de la planta.

Erecta.

semi-erecta.

Postrada.

b) Habito de crecimiento.

Basal.

Dicotómica.

c) Largo de tallo (de los cotiledones a las primeras flores)

Corto.

Medio.

Largo.

d) Entrenudos acortados en la parte superior.

Ausenté

Presenté

e) Variedad sin entrenudos acortados (en brotes primarios)

Corta.

Media.

Grande.

3.7.2 Datos de la hoja.

a) Forma.

Deltoides.

Oval.

Lanceolada.

b) Color.

Verde claro.

Verde intenso.

Verde oscuro.

c) Posición del pedúnculo.

Erecto

No erecto.

d) Longitud del peciolo.

Corto

Intermedio.

Largo.

3.7.3 Datos de la flor.

a) Posición (en la antesis)

Erecta

Intermedia.

Pendiente.

b) Color de las anteras. (momento de la antesis).

Blanco

Amarillo

Morado.

c) Color del filamento (en la antesis completa).

Blanco.

Amarillo.

Morado.

d) Esterilidad masculina.

Ausenté.

Presenté.

3.7.4 Datos del fruto.

a) Color antes de la madurez.

Blanco verdoso.

Amarillento.

Verde.

Purpura.

b) Intensidad del color antes de madurez.

Claro.

Medio.

Oscuro.

c) Posición.

Erecta

Horizontal.

Pendiente.

d) Longitud.

Muy cortó.

Corto.

Intermedio.

Largo.

Muy largo.

e) Diámetro.

Muy pequeño

Pequeño.

Mediano.

Grande

Muy grande.

f) Relación ancho-largo.

Muy pequeña.

Pequeña.

Intermedia.

Grande.

Muy grande.

g) Forma predominante de la sección longitudinal.

Aplanada.

Redonda.

Forma de corazón

Cuadrada

Rectangular.

Trapezoidal.

Triangular.

h) Color en madurez.

Amarillo.

Naranja.

Rojo.

Café.

i) Intensidad del color en la madurez.

Claro

Medio

Obscuro.

j) Brillantez.

Débil.

Media.

Fuerte.

k) Forma del ápice.

Agudo

Redondeado

Hundido.

Hundido y agudo.

l) Textura de la superficie.

Liso.

Corchoso.

Rugoso.

m) Número predominante de lóculos.

Solo dos.

Dos a tres.

Tres a cuatro.

Cuatro o más.

n) Grosor del pericarpio.

Delgado.

Mediano.

Grueso.

ñ) Profundidad de depresiones interloculares.

Profundas.

Medias.

Muy profundas.

o) Sabor del fruto maduro.

Dulce.

Pungente.

p) Contenido de capsicina.

Ausente.

Presente.

q) Posición de la placenta.

Compacta.

Distribuida.

r) Longitud del pedúnculo.

Corto.

Intermedio.

s) Grosor del pedúnculo.

Grueso.

3.8 Manejo del cultivo.

3. 8.1 Siembra.

La siembra se realizó el 25 de marzo de 2014 en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato peat moss.

3.8.2 Trasplante.

El trasplante se llevó a cabo el 11 de mayo cuando las plantas tenían de cuatro a cinco hojas verdaderas. Para ello se utilizaron bolsas de plástico negro como macetas de una capacidad de veinticinco litros. Dichas macetas fueron llenadas según el tratamiento, para el testigo el 100% de arena, para los tratamientos orgánicos e inorgánicos, se hizo la mezcla, arena + perlita, utilizando las dosis de 20%. Las macetas fueron colocadas a una distancia de 160 m entre hileras y 30 cm entre planta y planta.

3.8.3 Labores Culturales.

La principal intención de este experimento fue conocer el desarrollo vegetativo y reproductivo en toda su expresión de cada uno de los genotipos, por esta razón se evitaron las podas y limitándose únicamente a la eliminación de las hojas viejas. Cuando las plantas no podían sostenerse por sí solas lo único que se realizó fue tutorarlas con rafia.

Para evitar abortos por altas temperaturas se regaban los pasillos del invernadero dos o tres veces al día ayudando así al sistema de enfriamiento.



Figura 2. Tutorado de plantas cuando estas ya no podían sostenerse por sí mismas y regado de los pasillos para ayudar al sistema de enfriamiento a bajar las altas temperaturas dentro del invernadero. UAAAN- UL, 2015.

3.8.4 Riego y Fertilización.

Se aplicó una solución nutritiva, una o dos veces por día dependiendo de las condiciones climáticas. En el cuadro se puede observar los fertilizantes utilizados, así como las cantidades aplicadas según fase de desarrollo. Para los tratamientos orgánicos se realizó el Té de compost.

Soluciones equilibradas de 15 y 17 meq L⁻¹		
Trasplante		
	15 meq L⁻¹	17 meq L⁻¹
Fertilizantes	mg L⁻¹	mg L⁻¹
Multi MKP	306	347
Multi NPK	273	309
Nitrato de Ca	667	773
Nitrato de Mg	406	467
Librel Mix (7% Fe)	0.047	0.047
Ac. Fosfórico (56%)	0.15-0.17ml/lto	0.15-0.17ml/lto

Cuadro 1 Fertilizantes y cantidades para la solución nutritiva concentrada en un litro de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAN-UL, 2015

3.8.5 Plagas y Enfermedades.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: Pulgón (*Aphis goosypi* Sulz) la araña roja (*Tetranychus urticae*) que fueron controlados con insecticidas orgánicos como Pestil out, PHC Neem a dosis de 2L/ha. La única enfermedad que se presentó al final del cultivo fue la cenicilla (*Leveillula taurica*), la cual se controló mediante la aplicación del fungicida REGALIA MAXX extracto de (*Reynoutria sachalinensis*).

3.8.6 Cosecha.

La cosecha se realizó cada ocho días aproximadamente o bien cuando el 40% de los frutos por planta presentaban cierto grado de madurez para cada genotipo y la forma de identificar un fruto maduro fue a través de simple observación de la coloración según correspondiera.



Figura 3 Cosecha de frutos de Chile Huacle con cierto grado de maduración. UAAAN- UL, 2015.

3.8.7 Herramientas de Medición.

Para tomar los datos de algunas variables como el diámetro polar y ecuatorial, peso y número de lóculos se utilizaron los siguientes materiales: Cinta métrica vernier, báscula de precisión, cuchillo y regla milimétrica.

3.8.8 Análisis estadístico.

Método de observación física, siguiendo la guía para la descripción de variedades del cultivo del chile (SAGAR, SNICS, 2002). Y función regresión cuadrática para las dinámicas de crecimiento vegetativo y reproductivo.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El siguiente capítulo presenta los resultados obtenidos en la caracterización fenotípica de las plantas de chile huacle endémicas del estado de Oaxaca bajo condiciones de agricultura convencional y agricultura orgánica en invernadero, indicando las variables de acuerdo a la Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

4.1 Caracterización fenotípica.

(Cuadro 2.) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Característica de la planta.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Nota.
Posición de la planta.	-Erecta. -Semi-erecta. -Postrada.	Erecta.	Erecta.	Erecta.	Erecta.
Hábito de crecimiento.	-Basal. Dicotómico -Otra.	Dicotómico	Dicotómico	Dicotómico	Dicotómico



Figura 4.- Posición (ERECTA) de la planta establecida bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional, UAAAN.UL 2015.

(Cuadro 3.) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Característica del tallo.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Notas.
Largo de tallo. (A la primera flor desde el cotiledón) 15cm	-Corto. Intermedio. -Largo.	Intermedio.	Intermedio.	Intermedio.	Intermedio.
Entrenudos acortados (en la parte superior)	-Ausente. -Presente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.
Variedad sin entrenudos acortados: Longitud 10cm.	-Corta. -Media. -Grande.	Media.	Media.	Media.	Media.



Figura 5.- Características del chile huacle al inicio de su crecimiento e inicio de floración. UAAAN, UL 2015.

La planta del chile huacle en el experimento realizado muestra posición erecta, el color presente en tallos es verde y de forma cilíndrica sin presentar pubescencia, con hábito de crecimiento dicotómico; el estudio obtuvo datos similares a los de Andrés (2006), en su caracterización de diversos genotipos de chiles nativos del estado de Oaxaca, y similar a la información obtenida por (López, 2005), al afirmar que las plantas de chile huacle presentan tallos secundarios y hábito de crecimiento dicotómico.

4.2 Características de la hoja.

(Cuadro 4.) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Característica de la hoja.	Nivel.	HUACLE	HUACLE	HUACLE	Notas.
		Amarillo.	Rojo.	Negro.	
Forma.	Deltoide. Oval. Lanceolada.	Oval.	Oval.	Oval.	Oval.
Color de hoja.	-Verde claro -Verde-intermedio. -V. Oscuro.	Verde oscuro.	Verde oscuro.	Verde oscuro.	Verde oscuro.
Posición del pedúnculo.	-Erecto - No erecto.	No erecto.	No erecto.	No erecto.	No erecto.
Longitud, del pedúnculo (5cm)	-Corto. Intermedio.	Intermedio.	Intermedio	Intermedio	Intermedio



Figura 6.- Característica de la hoja de cada genotipo de chile huacle, establecido en UAAAN.UL 2015.

El estudio realizado en las hojas de las plantas del chile huacle presenta las características siguientes: coloración verde oscuro, de forma ovalada, con la ausencia de pubescencia y pedúnculo no erecto como lo menciona (Andrés 2006), obteniendo datos similares en el presente estudio en los genotipos de chile huacle bajo condiciones de invernadero.

4.3 Características de la flor.

(Cuadro 5) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Características de la flor.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Notas.
Posición de flor. (en la antesis)	-Erecta. Intermedia. -Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.
Color de antera En la antesis	-Blanco. -Amarillo. -Morado.	Blanco.	Morado.	Blanco.	Blanco y Morado.
Color de filamento antes (completa).	-Blanco -Amarillo -Morado.	Blanco.	Blanco.	Amarillo.	Blanco y Amarillo.
Esterilidad	-Ausente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.



Figura 7.- Características de flor en los diferentes genotipos de chile huacle, UAAAN, UL 2015.

Las características observadas en las flores de la planta del chile huacle en el presente estudio son: De ramificación axilar, de color blanco, solitarias, el pedúnculo floral mide en promedio 1.5 cm, filamentos blancos que exaltan tonos de color amarillo, en cuanto a las anteras, son de color blanco con tonalidades de color azul en menor proporción, como lo indica Andrés (2006) en su caracterización morfológica de diversos chiles nativos de Oaxaca.

4.4 Características del fruto.

(Cuadro 6.) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Características del fruto.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Notas.
Color antes de madurez.	-Blanco. -Amarillo. - Verde.	Verde.	Verde.	Verde.	Verde.
Intensidad del color antes de madurez.	-Claro. -Medio. -Obscuro.	Oscuro.	Oscuro.	Oscuro.	Oscuro.
Posición del fruto.	-Erecto. Horizontal. Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.	Pendiente.
Longitud del fruto: Valor promedio. (5cm).	-Muy corto -Corto. Intermedio -Largo. -Muy largo.	Intermedio.	Intermedio.	Intermedio	Intermedio.

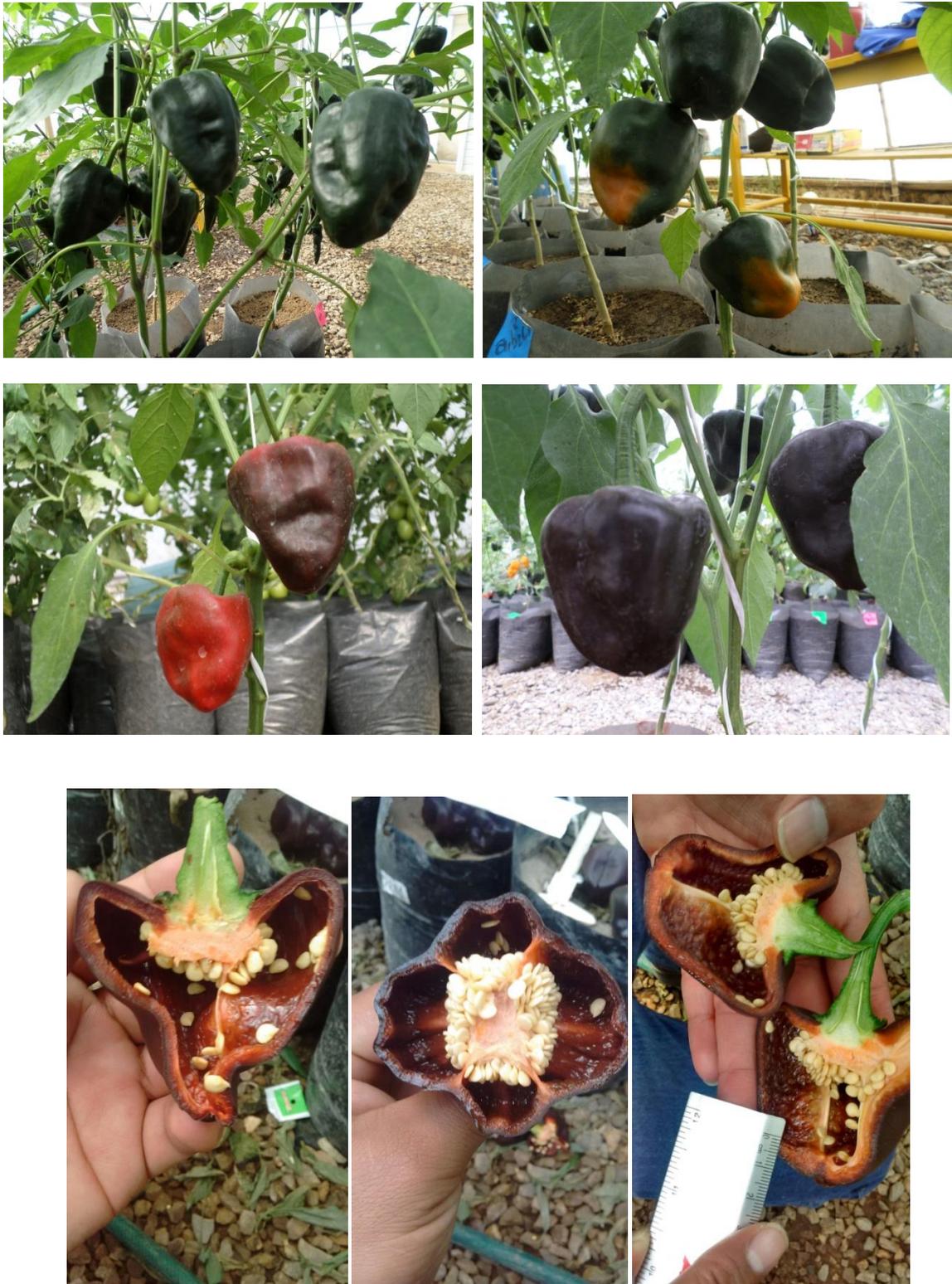


Figura 8.- Características del fruto en los genotipos de chile huacle UAAAN, UL 2015.

(Cuadro 7) Guía Técnica para la descripción Varietal (SAGAR-SNICS, 2002).

Característica del fruto.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Notas.
Diámetro del fruto: (5 cm)	-Muy pequeño. -Pequeño. -Mediano. -Grande. -Muy grande.	Mediano.	Mediano.	Mediano.	Mediano.
Relación ancho largo: 5x4 cm	-Muy pequeña. -Pequeña. -Intermedia -Grande. -Muy grande.	Intermedia.	Intermedia	intermedia	Intermedia.
Forma predominante de la sección longitudinal.	-Aplanada. -Redonda. -Corazón. -Cuadrada.	Corazón.	Corazón.	Corazón.	Corazón.

Forma predominante de la sección transversal.	-Elíptica. -Angular. -Circular.	Circular.	Circular.	Circular.	Circular.
Color de la madurez.	-Amarillo. -Rojo. -Naranja. -Café. -Negro.	Amarillo.	Rojo.	Negro.	Amarillo, rojo y negro.
Intensidad del color en la madurez.	-Claro. -Medio. -Oscuro.	Oscuro.	Oscuro.	Oscuro.	Oscuro.
Brillantez.	-Débil. -Media. -Fuerte.	Fuerte.	Fuerte.	Fuerte.	Fuerte.
Forma del ápice.	- Agudo. Redondeado -Hundido. -Hundido y agudo.	Hundido.	Hundido.	Hundido.	Hundido.

(Cuadro 8) Guía Técnica para la descripción Varietal (SARGAR-SNICS, 2002).

Características del fruto.	Nivel.	HUACLE Amarillo.	HUACLE Rojo.	HUACLE Negro.	Notas.
Textura de la superficie.	-Lisa. -Corchosa. -Rugosa.	Lisa.	Lisa.	Lisa.	Lisa.
Número predominante de lóculos.	-Solo 2. -De: 2 a 3. -De: 3 a 4. -De: 4 o más.	De: 3 a 4.	De: 3 a 4.	De: 3 a 4.	De: 3 a 4.
Profundidad de depresiones interoculares.	-Profundas -Medias. -Muy-profunda.	Medias.	Medias.	Medias.	Medias.
Sabor del fruto maduro.	-Dulce. -Pungente.	Dulce.	Dulce.	Dulce.	Dulce.

Contenido de capsicina (en la placenta.)	-Ausente. -Presente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.	Ausente.
Posición de la placenta.	Compacta. Distribuida.	Compacta.	Compacta.	Compacta.	Compacta.
Grosor del pericarpio: 1 mm.	-Delgado. -Mediano. -Grueso.	Delgado.	Delgado.	Delgado.	Delgado.
Longitud del pedúnculo: 5 cm.	-Corto. Intermedio. -Largo.	Intermedio	Intermedio	Intermedio.	Intermedio.
Grosor del pedúnculo. 1 cm.	- Delgado. Intermedio. -Grueso.	Grueso.	Grueso.	Grueso.	Grueso.

La recopilación de datos presenta el siguiente resultado: Los frutos del chile huacle endémicos de Oaxaca son de forma acampanulada de posición pendiente, sostenidos de un pedúnculo grueso (1.5 cm), de longitud mediana (5 cm), presentan forma de corazón en sección longitudinal, de color verde en estado inmaduro y en estado maduro de color amarillo, rojo y negro, otorgando el color correspondiente a cada genotipo, de sabor dulce, además de presentar en la capa exterior del fruto una textura lisa, la forma del ápice es aguda y hundida, en la mayoría de los casos presenta de tres a cuatro lóculos de fuerte ondulación transversal, con las cavidades profundas y un delgado pericarpio (1 mm). Obteniendo datos similares a la revista (Agro productividad, SNICS – SAGARPA, 2015), en el estudio: El chile huacle (*Capsicum annuum* sp.) en Oaxaca, México.

4.5 Dinámicas de crecimiento vegetativo y reproductivo.

4.5.1 Altura de planta.

Obteniendo resultados realizando regresiones cuadráticas; muestra la respuesta en altura de planta el sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional con una media de 190 cm, mientras que para el sistema de agricultura orgánica es de 120 cm y para el testigo 110 cm, el resultado permite afirmar que la planta de los genotipos de chile huacle muestran mejor respuesta en la dinámica de crecimiento vegetativo (altura de planta) bajo condiciones de agricultura convencional en invernadero.

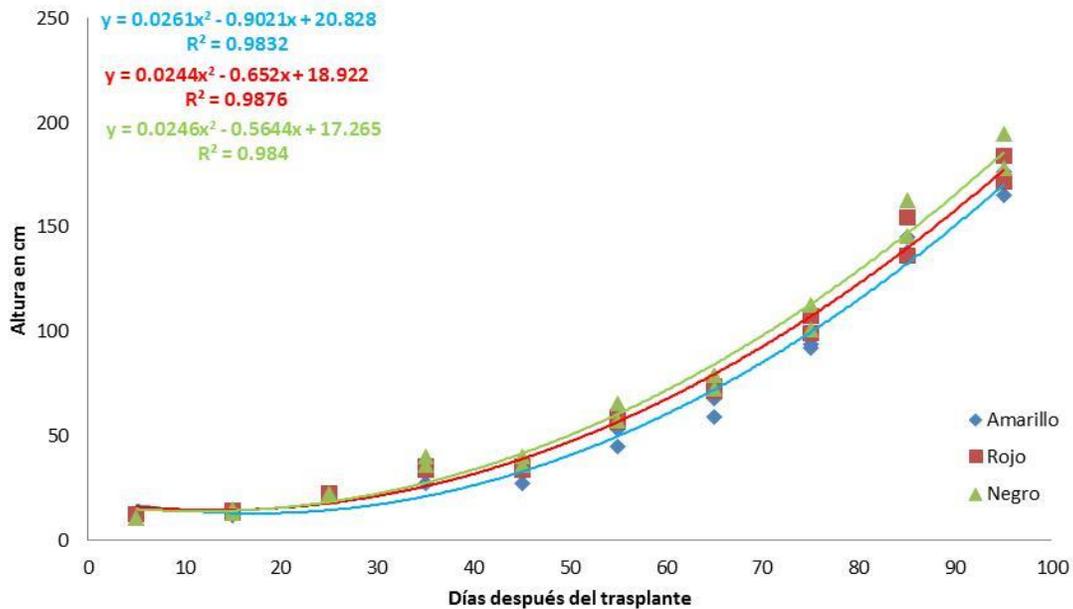


Figura 9.- Efectos en altura de planta de los genotipos de huacle bajo condiciones de agricultura convencional. UAAAN, UL. 2015.

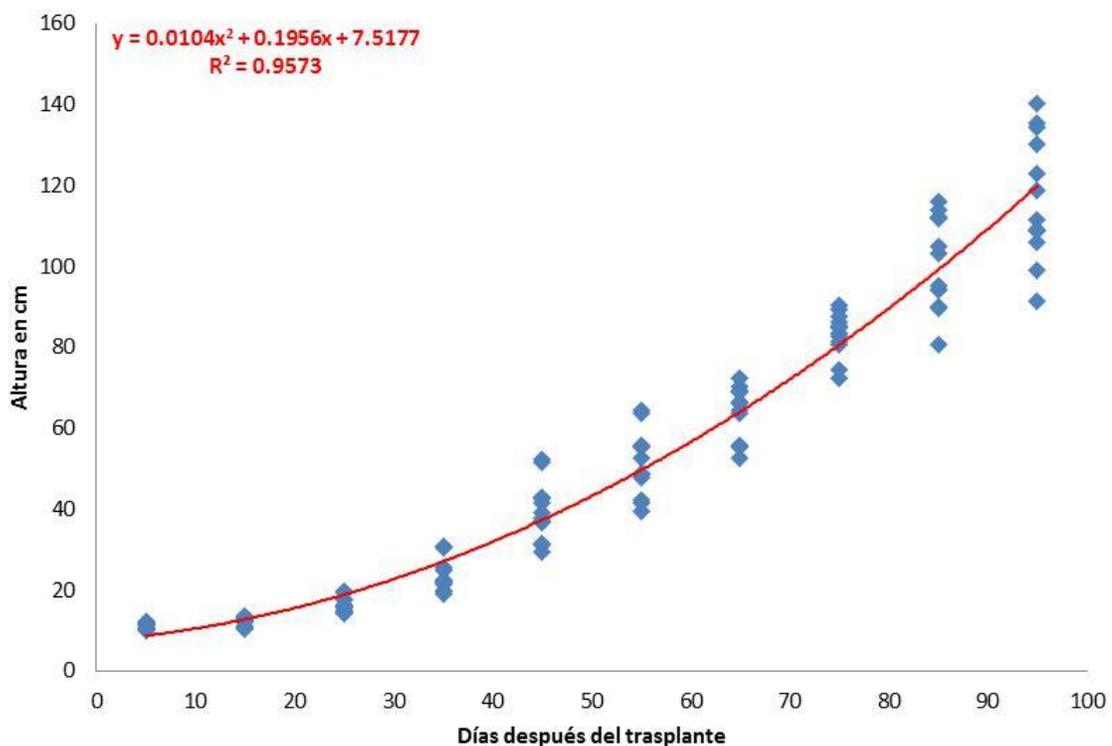


Figura 10.-Efecto en altura de planta de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN.UL, 2015.

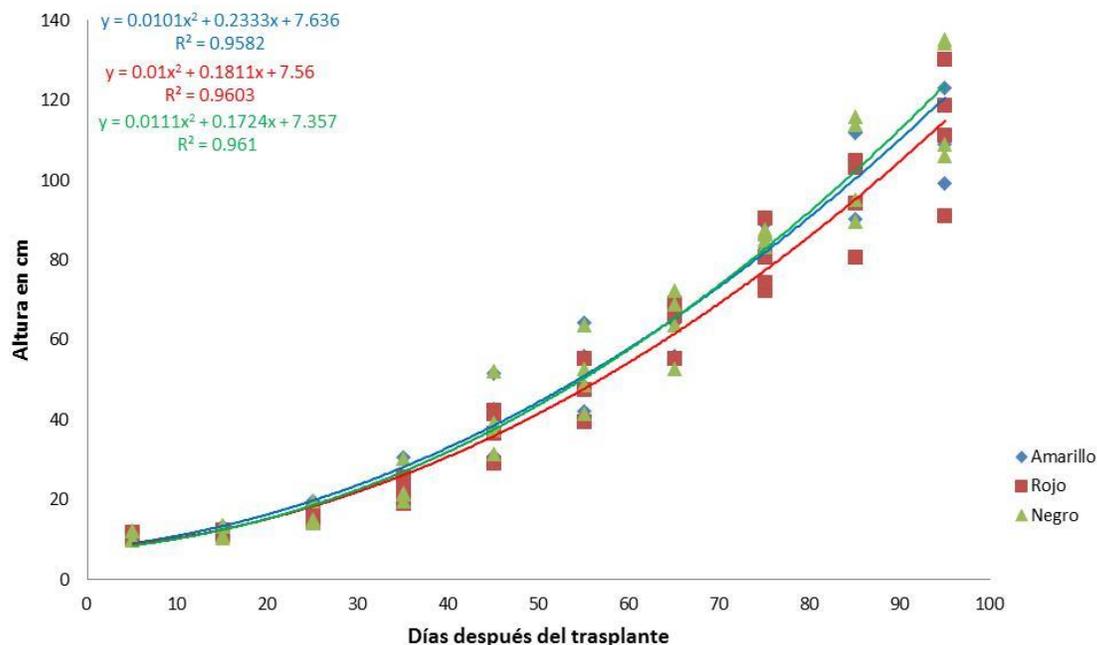


Figura 11.- Efecto en la altura de planta de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) UAAAN, UL 2015.

4.5.2 Diámetro de tallo.

Al comparar las dinámicas de crecimiento, el sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional muestra una media de 1.6 cm. Mientras el sistema de producción bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) presenta 1.1 cm al igual que el testigo utilizado. Conforme a los resultados expresados, el sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional, muestra mayor crecimiento en diámetro de tallo originando mejor respuesta a comparación del sistema de producción bajo condiciones de agricultura orgánica.

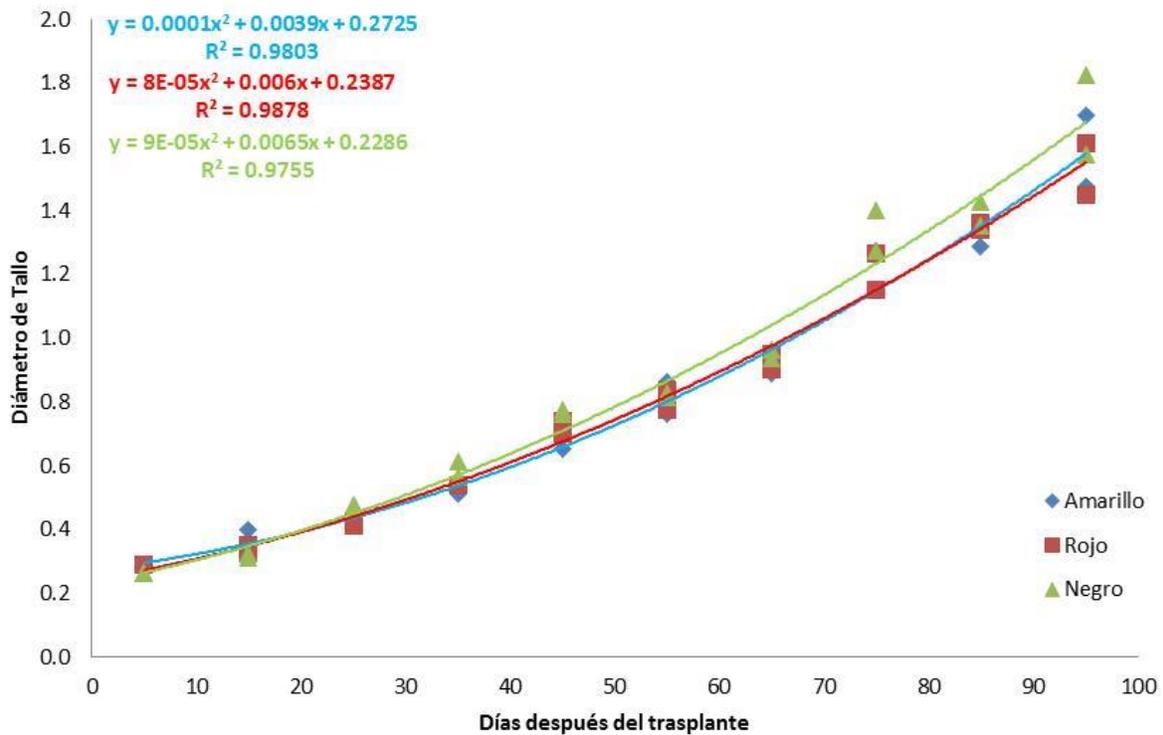


Figura 12.- Efectos en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN, UL, 2015.

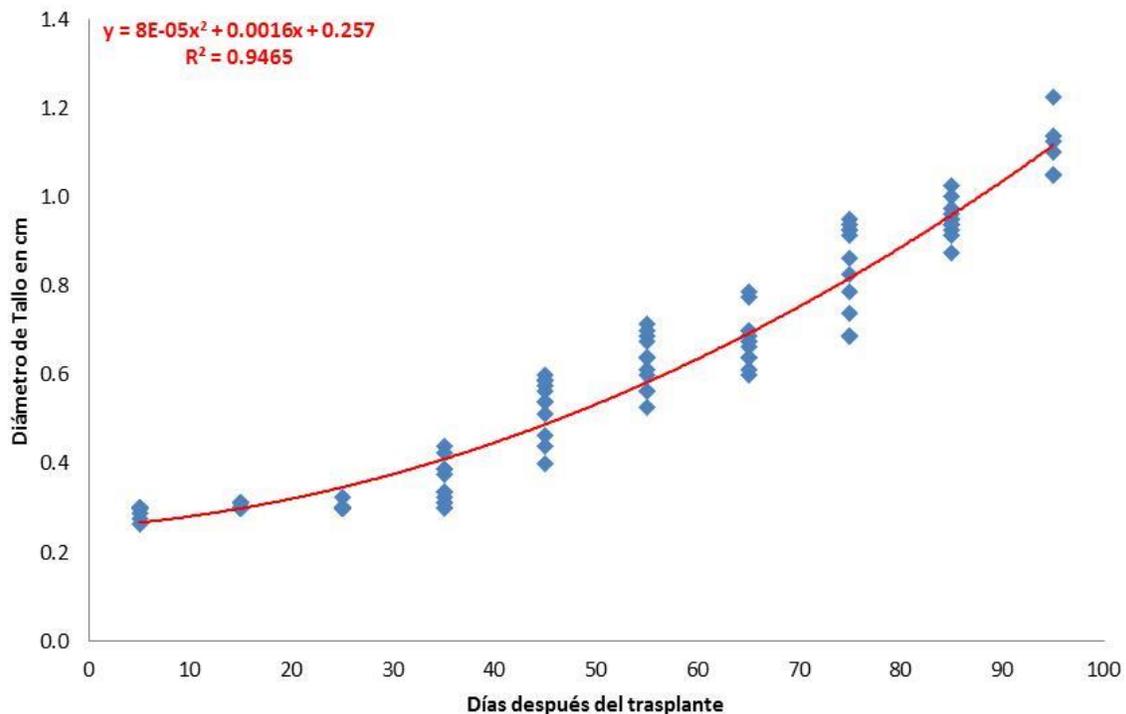


Figura 13.- Efecto en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN.UL, 2015.

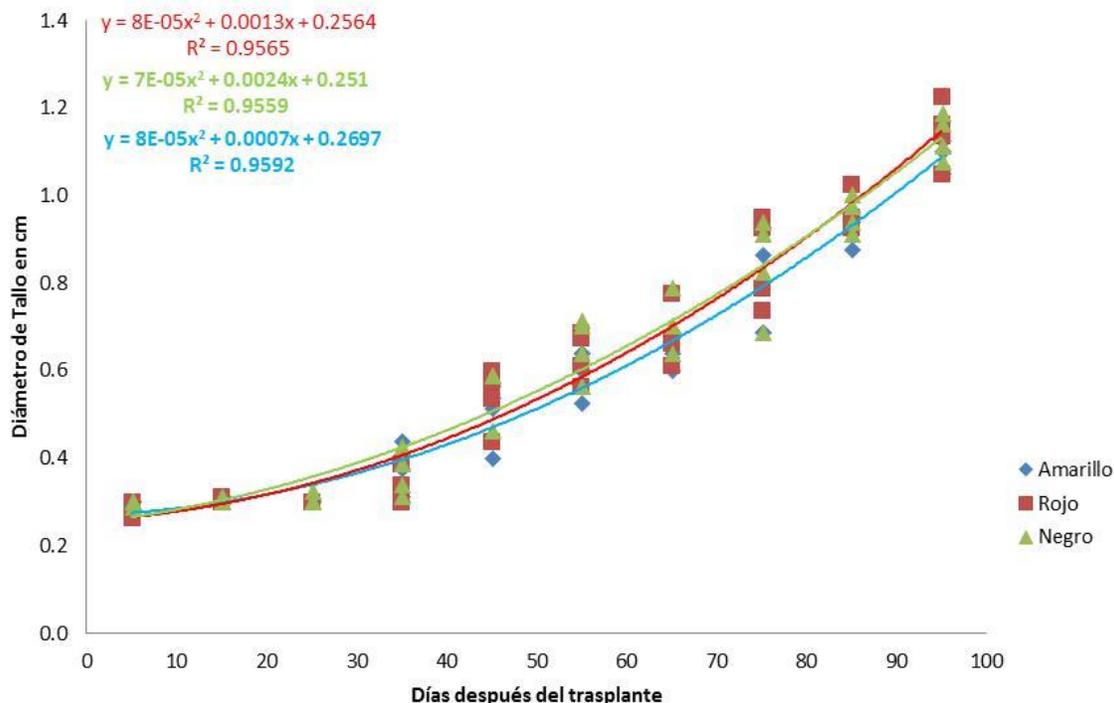


Figura 14.- Efectos en el diámetro de tallo de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) UAAAN, UL. 2015.

4.5.3 Número de hojas.

El número de hojas fotosintéticamente activas en cada sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional y agricultura orgánica. Muestra que las plantas de chile huacle obtienen mejor respuesta en la dinámica de crecimiento vegetativo (número de hojas) hacia el sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional ya que muestra una media de 380 hojas en las plantas del chile huacle, en comparación con el sistema de producción bajo condiciones de agricultura orgánica donde el número de hojas expresado es menor con una media 170, para el testigo utilizado una media de 150 hojas.

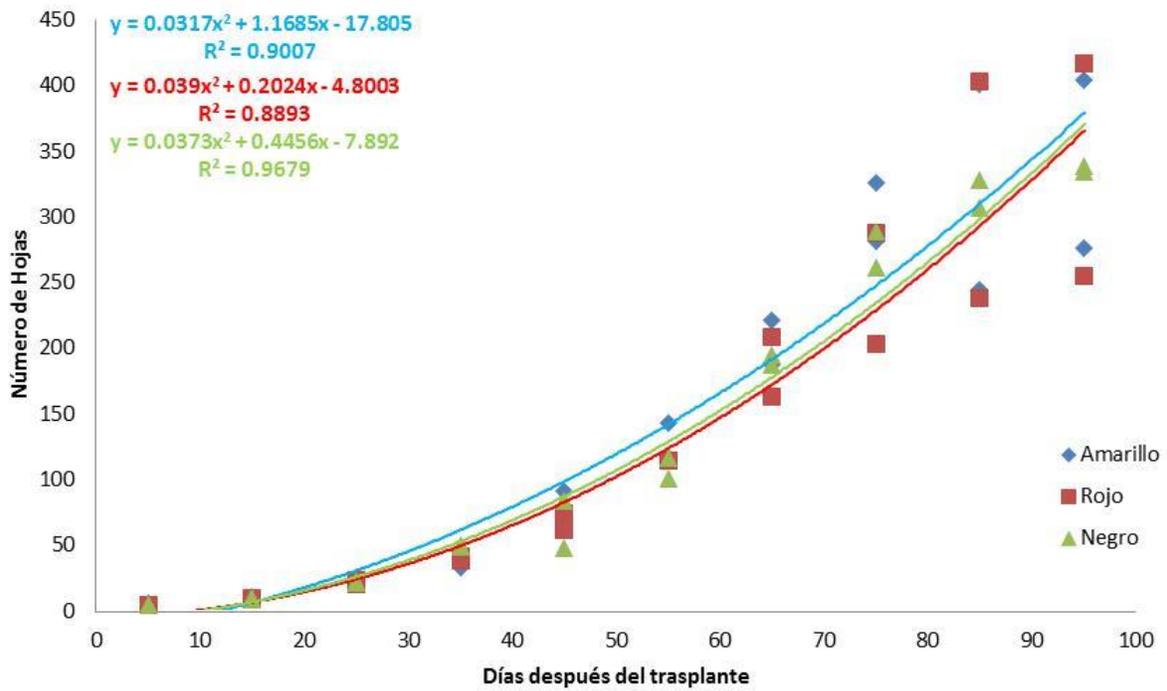


Figura 15.- Efecto en el número de hojas de los genotipos de huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN. UL. 2015.

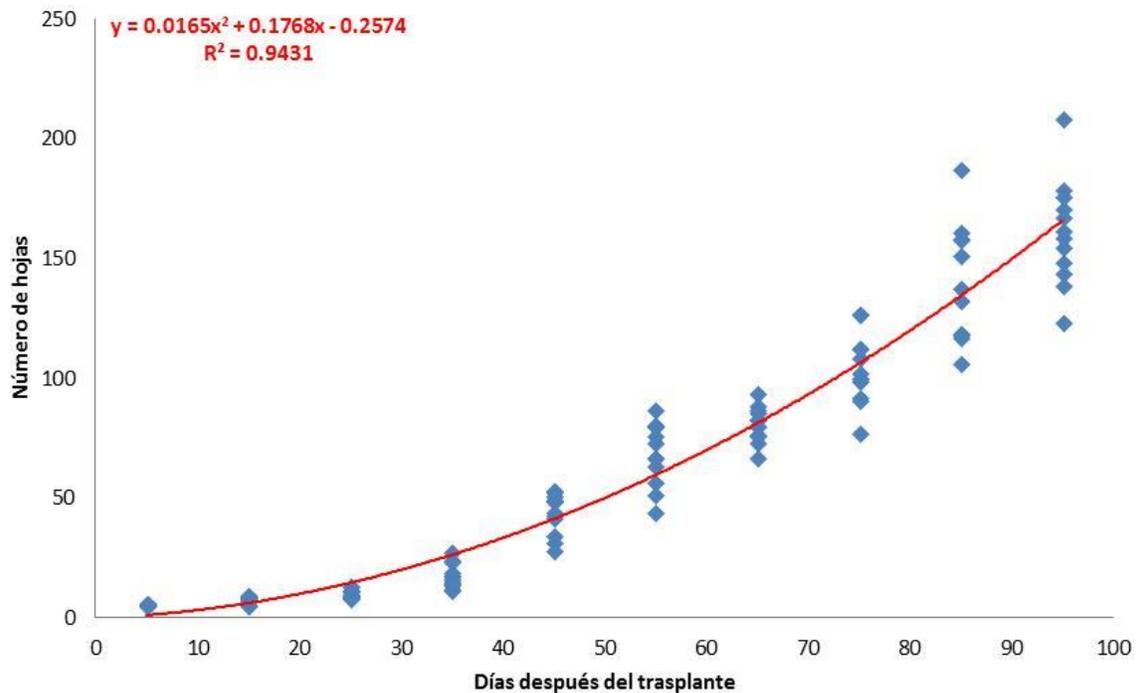


Figura 16.- Efecto en el número de hojas de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.

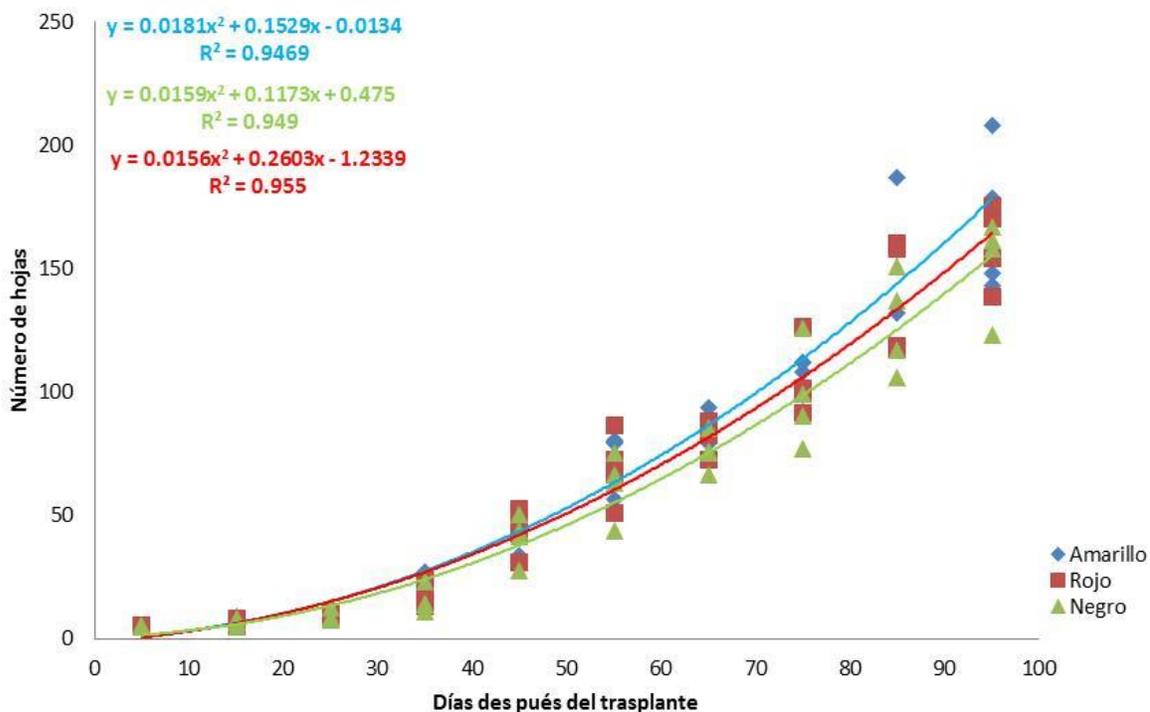


Figura 17.- Efectos en el número de hojas de los genotipos de Chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (te de compost). UAAAN.UL. 2015.

Los resultados obtenidos: Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas en el presente estudio, muestran respuesta favorable al sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional por la presencia de nitrógeno en la solución nutritiva utilizada, elemento de vital importancia en la expresión vegetativa de Chile. (Alonso *et al.*, 2002), la poca respuesta a la fertilización nitrogenada, también puede estar asociada al endemismo de la planta de Chile huacle, la cual responde mejor a elementos orgánicos naturales presentes en el suelo que a los fertilizantes de síntesis. El resultado obtenido no acepta lo escrito por el autor al observarse lo contrario en la respuesta del Chile huacle bajo las condiciones de agricultura convencional en invernadero.

4.5.4 Número de brotes florales.

Los genotipos del chile huacle muestran favorable presencia de brotes florales bajo las condiciones de agricultura convencional con una media de 130 brotes florales, mientras el sistema de producción bajo condiciones de agricultura orgánica mostró una media de 70 brotes florales, la producción de brotes florales del testigo presenta una media de 60 brotes florales.

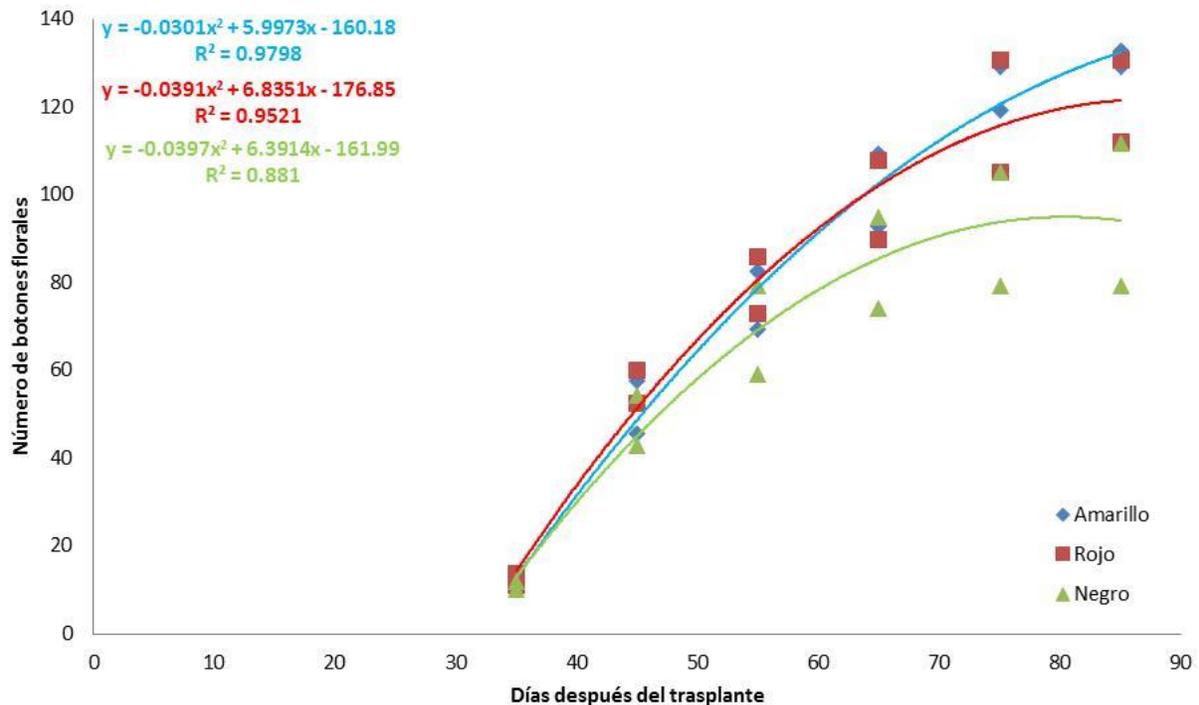


Figura 18.- Efectos en la Producción de brotes florales en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN.UL.2015.

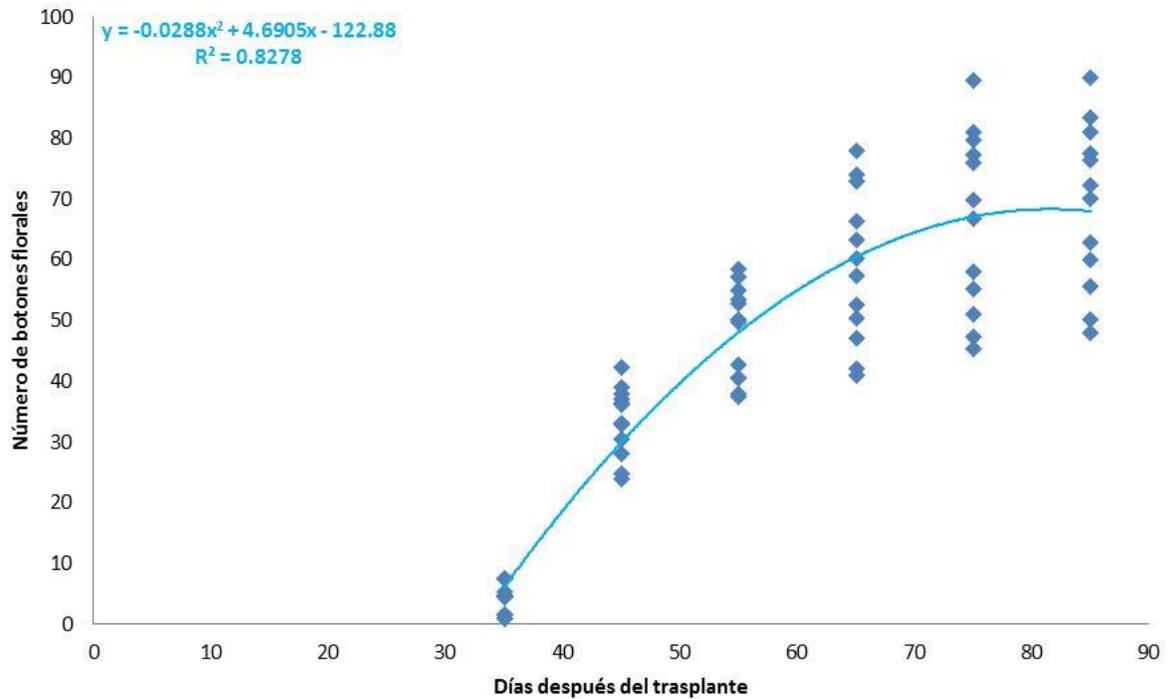


Figura 19.- Efectos en la producción de brotes florales en los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.

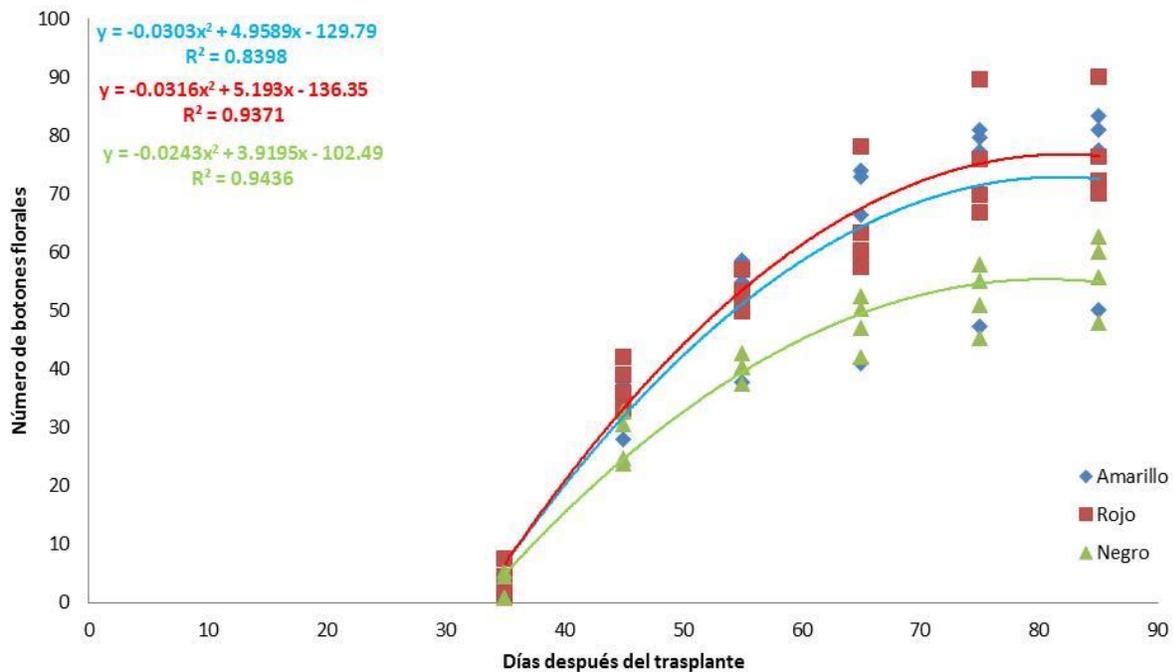


Figura 20.- Efectos en la Producción de brotes florales en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) UAAAN.UL.2015.

El número de brotes florales en las plantas de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional muestra una producción mayor. Es conocido por otros estudios que existe una relación estrecha en la producción de brotes por el suministro de nitrógeno y fosforo y la formación de brotes (Alabi, 2006).

(Anza y Riga, 2007), afirman en su estudio que la deficiencia de N reduce el número de brotes vegetativos y florales lo cual acepta el presente estudio; la diferencia mostrada en la figura 18 y 20 favorece al sistema bajo condiciones de agricultura convencional, lo que demuestra que el contenido de N en la solución nutritiva utilizada bajo condiciones de agricultura orgánica no está presente en las condiciones adecuadas.

4.5.5 Producción de flores.

La producción de flores, muestra mejor respuesta en la dinámica de crecimiento reproductivo, al sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional, presenta una media de 30 flores, mientras el sistema de producción bajo condiciones de agricultura orgánica alcanza una media de 22 flores y para el testigo una media mostrada de 16 flores producidas.

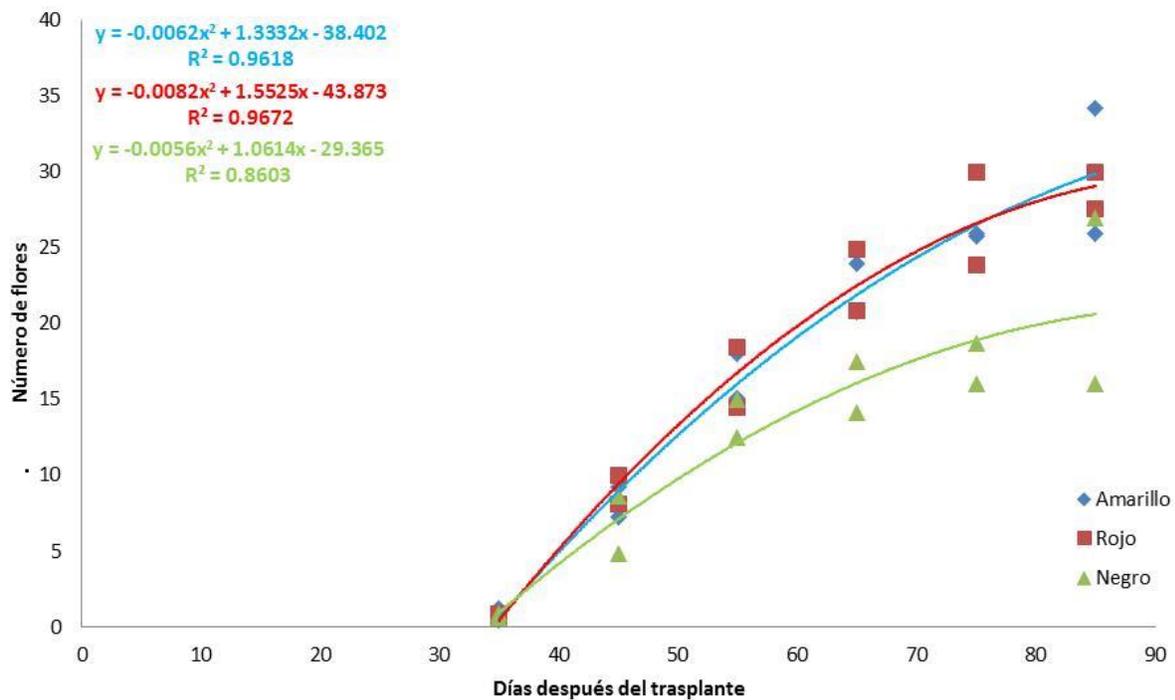


Figura 21.- Efecto en la Producción de flores en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN.UL. 2015.

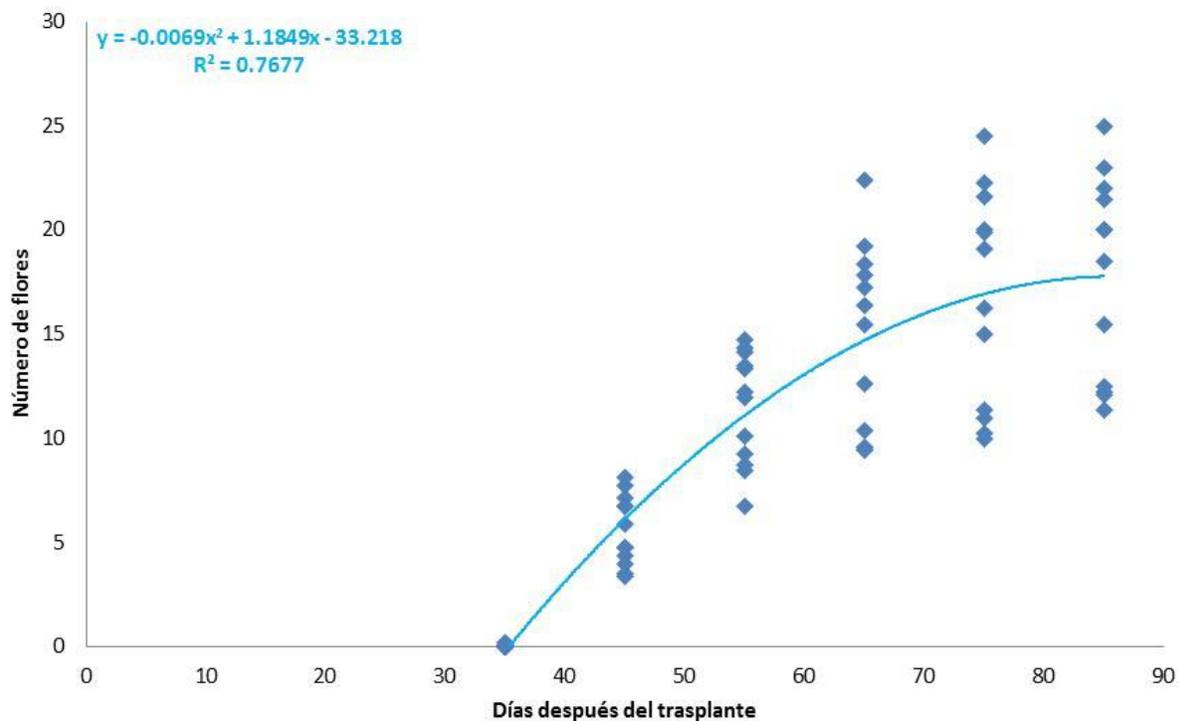


Figura 22.- Efecto en producción de flores en los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL.2015.

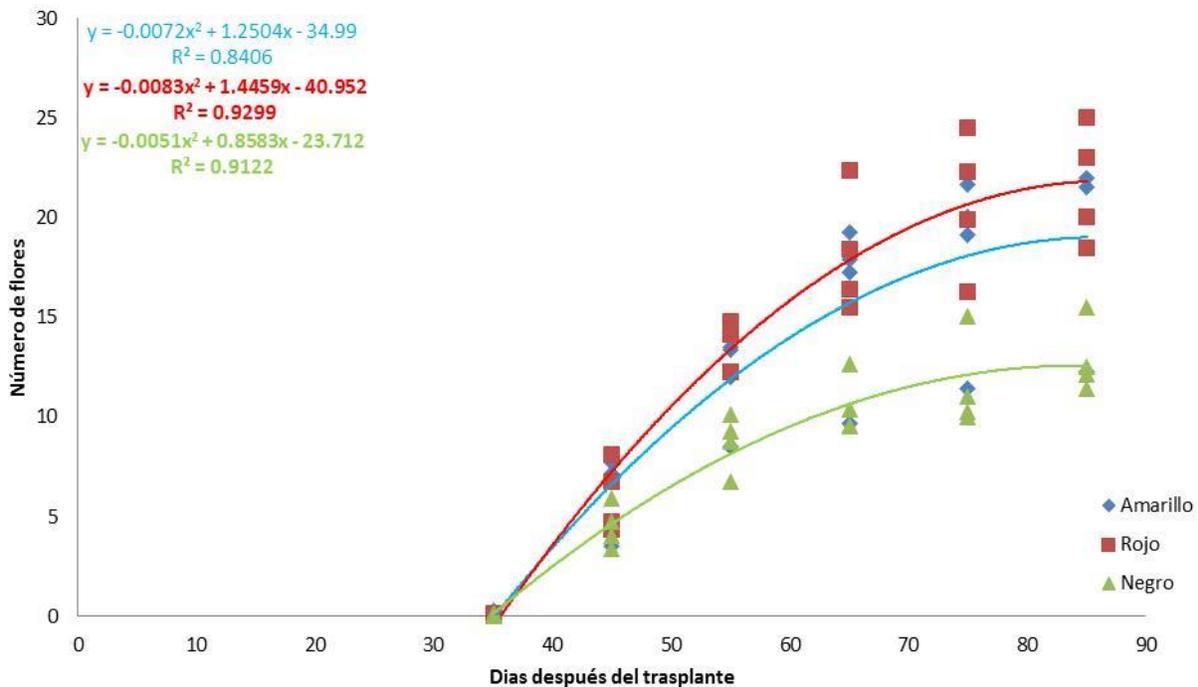


Figura 23.- Efectos en la Producción de flores en plantas de los genotipos de Chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) UAAAN.UL. 2015.

La variable producción de flores en el sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional muestra mayor número de flores, al comparar la producción bajo condiciones de agricultura orgánica. Ya que la solución nutritiva utilizada en el sistema de agricultura convencional presenta nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de flores, lo que coincide con los resultados obtenidos por (Balcaza, 2003), quien señaló en su estudio que para la floración y formación del fruto es importante el fósforo y su demanda crece cuando se acerca la floración y la maduración de las semillas, también mejora el número de frutos y el peso de los mismos.

4.5.6 Número de frutos cuajados.

El presente estudio muestra el efecto en la producción de frutos cuajados de los genotipos de chile huacle endémicos de Oaxaca bajo condiciones de agricultura convencional demostrando a través de regresiones cuadráticas el valor de cada uno de los genotipos con una media de 45 frutos, por encima de los genotipos producidos bajo condiciones de agricultura orgánica (té de compost) siendo los mismos genotipos presentan una media de 25 frutos cuajados, para el testigo utilizado presenta una media de 25 frutos cuajados.

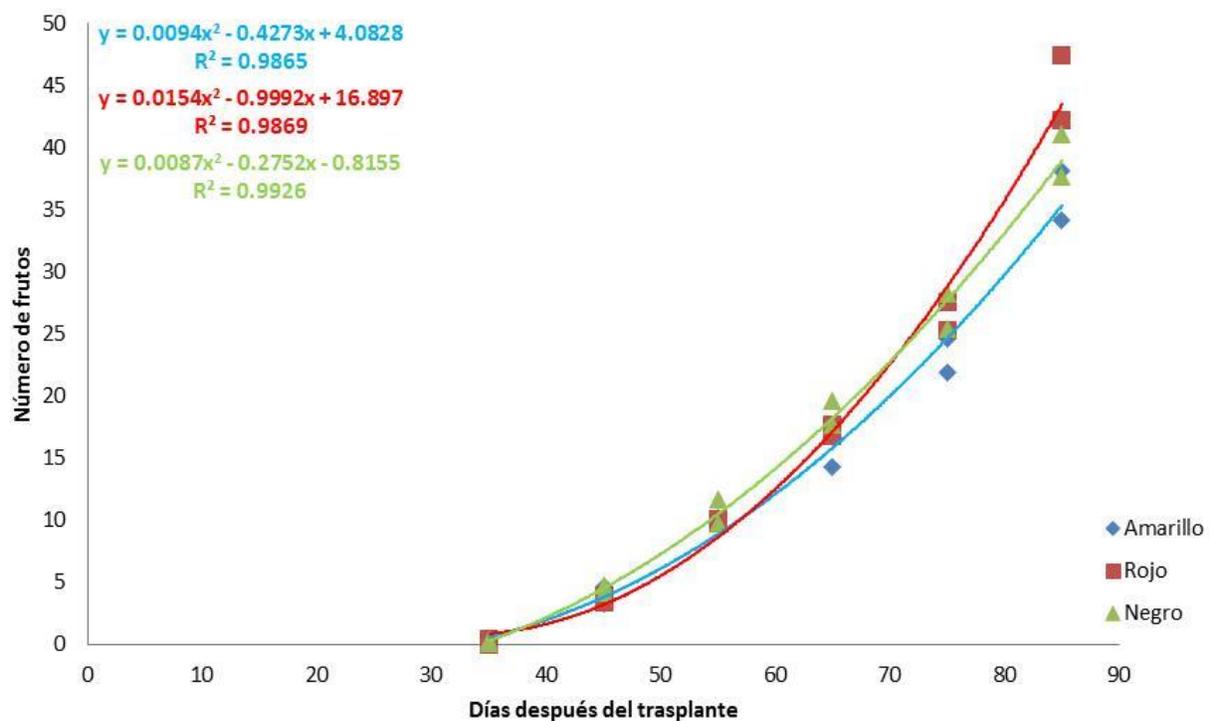


Figura 24.- Efectos en la Producción de frutos cuajados en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura convencional UAAAN, UL. 2015.

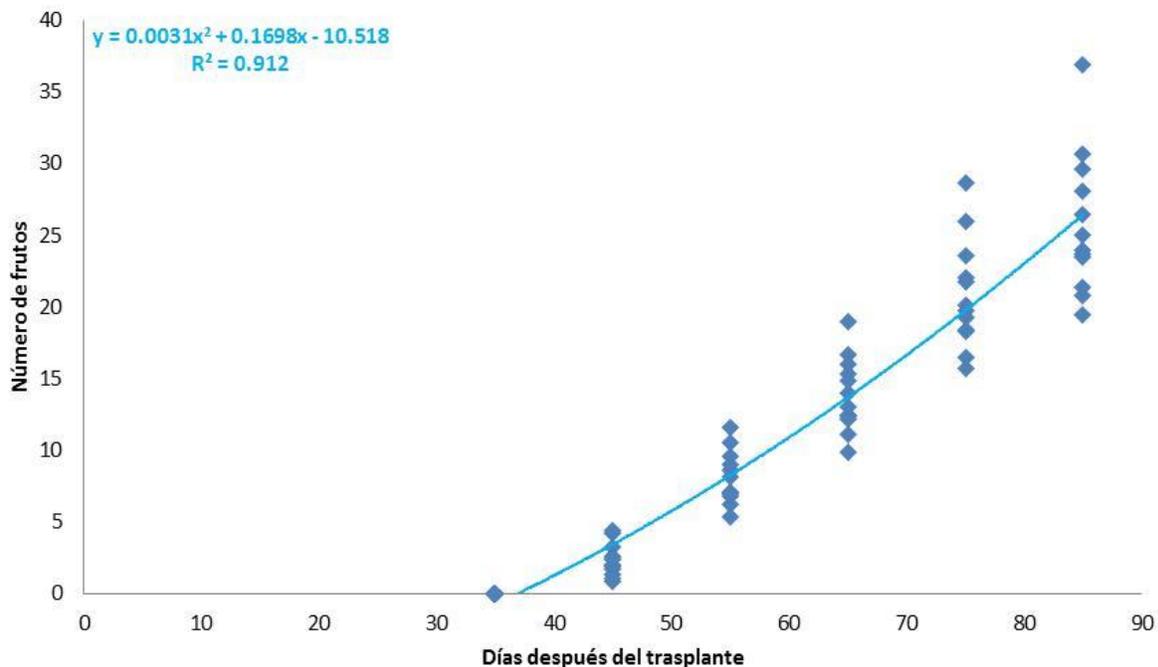


Figura 25.- Efecto en número de frutos cuajados de los genotipos de chile huacle (testigo) UAAAN, UL 2015.

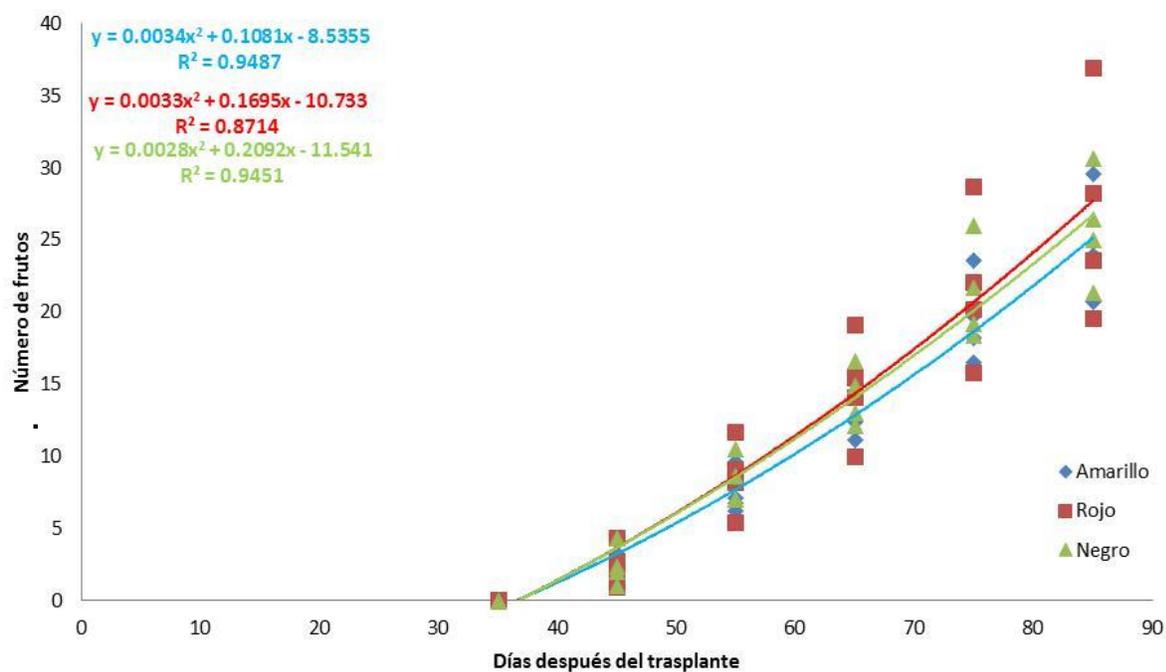


Figura 26.- Efectos en la Producción de frutos cuajados en plantas de los genotipos de chile huacle bajo condiciones de agricultura orgánica (Té de compost) UAAAN, UL.2015.

Los datos favorecen la respuesta en la presencia de número de frutos cuajados al sistema de producción bajo condiciones de agricultura convencional. (Alonso *et al.*, 2002), reportan que el número de frutos está relacionado con el suministro de nitrógeno, potasio y fósforo. El resultado obtenido en la presente investigación permite afirmar que la solución nutritiva utilizada en el sistema de agricultura convencional cuenta con los elementos necesarios para la producción de frutos, eso no excluye a la solución nutritiva utilizada en el sistema de agricultura orgánica presentar dichos elementos, pero se observa menor respuesta en los genotipos de chile huacle bajo estas condiciones en el estudio.

V.- CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en el siguiente estudio, llegan a las siguientes conclusiones.

La caracterización fenotípica del chile huacle es similar a la obtenida por (Andrés, 2006), en su caracterización de diversos chiles nativos del estado de Oaxaca. Al describir la posición de la planta como erecta de crecimiento dicotómico, presenta tallos cilíndricos, de color verde y de pubescencia escasa o nula, con un ligero grosor comparado con otras especies, las ramas que se desprende del tallo se bifurcan y llega a medir hasta 2m de altura. Las hojas son de un color verde oscuro, de forma ovalada, presentan pedúnculo no erecto y la posición de la misma es pendiente.

Las flores de la planta de chile huacle se encuentran en cada axila de la planta, con esterilidad ausente y se encuentra en posición pendiente, con un pedúnculo de ligera longitud (1.5 cm) muy delgado, de cáliz acampanulado además de presentar color blanco en la antera con tonos azules o amarillentos. Las características del chile huacle que presenta el fruto son: Color verde cuando se encuentran antes de la madurez, conforme avanza dicho estado retoman intensos colores como negro, rojo y amarillo, estos se encuentran en posición pendiente y presentan forma de corazón en vista de la sección transversal y en la sección longitudinal de forma circular, en su interior presentan de 3 a 4 lóculos, la textura de la superficie del fruto tiene intensa brillantez además de ser lisa, el ápice es hundido.

Las dinámicas de crecimiento bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en el estudio, presentan las siguientes conclusiones.

El efecto en la dinámica de crecimiento vegetativo y reproductivo, bajo condiciones de agricultura convencional muestra el crecimiento en la planta del chile huacle con una media de 1.90 m de altura y 2 cm de diámetro del tallo, en número de hojas una media de 350, alcanzó una media de 30 flores, en cuanto a los frutos cuajados fueron 44 frutos.

Mientras que el sistema bajo condiciones de agricultura orgánica el huacle creció 1.5 m de altura, y el diámetro del tallo alcanzó 1cm. La media en el número de hojas oscila en 170, una media de 22 flores y 28 frutos cuajados.

Siendo las condiciones de agricultura convencional las que muestran mejor respuesta en la dinámica de crecimiento vegetativo y reproductivo del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

VI.- BIBLIOGRAFÍA.

Abada. M. 1994. Sustratos para el cultivo sin suelo. El cultivo del tomate. Madrid, mundi-prensa pp. 131-166.

Agroproduce. 2005. sistema-producto chile. núm. 04, año 01. Fundación produce Oaxaca.

Agroproductividad, revista de divulgación, SNICS-SAGARPA, Colegio de postgraduados, 2015. EL CHILE HUACLE (*Capsicum annuum*, sp.) EN EL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO. 35-37 p.

Aguilar R.V.H., Corona T.T., López L.P.; Latournerie M.L., Ramírez M.M., Villalón M.H., Aguilar C.J.A. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP. ITConkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, estado de México. 114p.

Alonso-Báez M., Tijerina-Chávez L., Sánchez G. P. Aceves N.L.A., Escalante E. A. J. y Martínez G. A. 2002. Producción de chile jalapeño con fertiriego como función de la tensión de humedad del suelo, nutrición nitrogenada y potásica. Terra 20: 209-215.

Alabi D.A. 2006. Effects of fertilizer phosphorus and poultry droppings treatments on growth and nutrient components of pepper (*Capsicum annuum* L.). African Journal of Biotechnology.

Andrade. F. H., Aguirrezabal. L. A.N., Rizzalli. R.H., 2000. Bases para el manejo del maíz, el jirasol y la soja. INTA Balcacer. Facultad de ciencias agrarias UNMP, buenos aires, argentina.

Andrés J. F. 2006. Caracterización morfológica de la diversidad de los chiles nativos (*capsicum spp*) del estado de Oaxaca. Tesis profesional. Chapingo, México.

Anza M. y Riga P. 2007. La fertilización nitrogenada afecta a la floración del pimiento. IX Congreso Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Albacete. Actas de Horticultura No. 48.

Baixauli S. C. y Aguilar O. J. M. 2000 Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. Generalitat Valenciana. Universidad Politécnica de Valencia. 25-36.

Balcaza L. 2003. En el cinturón verde del Gram Buenos Aires fertilización del pimiento. INTA revista IDIA XXI año III.

Cano, A., F.M. 2015. Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas. Dirección web:

<http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>.

CAPULÍN G., J.; NÚÑEZ R., E.; ETCHEVERS B., J. D.; BACA C., G. A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. Revista Agrociencia 35: 287-299.

Cadahía, L. C. 2005, Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – Barcelona – México. 681-695 p

Castro G. F. H.; López L. P.; Montes H. S.; Andrés J. F. 2007. Caracterización morfológica de la diversidad de los chiles nativos (*Capsicum* spp.) en el Estado de Oaxaca. Memorias Cuarta Convención Mundial del Chile.

CONAPROCH. Consejo nacional de productores de chile 2009. <http://www.conaproch.org>.

De swart E. A. M. 2007. Potential for breeding sweet pepper adapter to cooler growing conditions. Tesis doctorado en ciencias Universidad de wageningen. Holanda.

Escobar I. 1993. Cultivo del pimiento en sustratos en las condiciones del sudeste español. En: Cultivo sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ed. De horticultura pp. 109-113.

Espinoza. R. P. 1985. Estudio valorativo de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero. Universidad autónoma de chapingo

EGHBALL, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Science Society of America Journal*. 64:2002-2030

Fageria, N.K.; V.C. Baligar y Ch. A. Jones. 1997. Growth and mineral nutrition of field crops. 2nd edition. Marcel Dekker, Inc. New York.

Gamayo D. J. de D. 2006. Capítulo 3: El cultivo protegido del pimiento. Compendio: Pimientos. Ediciones de Horticultura S. L.

González, C. A. 2005, Sustratos y soluciones nutritivas orgánicas en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero, Tesis profesional, Chapingo, México. 156p.

Halder J.U.S.N.K., Fazlul K. A.H.M., Sultana D. y Islam Z. 2003 Response of Chilli to integrated fertilizer management in North-eastern Brown Hill Soils of Bangladesh. Journal of Biological Science 3.

Hassan S. A., Zainal-Abidin R. y Famlan M. F. 1995. Growth and yield of chilli (*Capsicum annum* L.) in response to mulching and potassium fertilization. Trop. Agric. Sci. 18 (2): 113-117 P.

INGHAM, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual. 5th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. 79 p

Khan M.S.I., Roy S.S. y Pall K.K. 2010. Nitrogen and phosphorus efficiency on the Growth and Yield Attributes of *Capsicum*. Academic Journal of Plant Sciences 3(2): 71-78.

LAMAS N., M. A.; Flores O.; N.; SÁNCHEZ R., G.; GALAVIS R., R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 332 Vol. XXXV. México.

López. 2004. recomendaciones generales para la producción de chile en el estado de Oaxaca.

López. 2005. el chihuacle: Un chile propio de la región la cañada de Oaxaca. Revista fundación produce de Oaxaca, AC.

Martínez Y., Díaz L. y Manzano J. 2003. Influences of nitrogen and potassium fertilizer on the quality of "jupiter" pepper (*Capsicum annum*) under storage. Acta Hort. 628. 135-140.

MÁRQUEZ H., C.; CANO R., P. 2004. Producción Orgánica de Tomate Bajo Invernadero. pp. 1-11. En: C. A. LEAL CH. Y J. A GARZA G. (eds). Memorias del Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en invernaderos. Facultad de Agronomía-UANL, Monterrey N. L. México.

Max A. 2009. Requieren apoyos productores de chile huacle en cuicatlan. El imparcial, 2009.

Miranda V.I., Gil V.I., Bastida T.A., Reyes R. D.S., Hernández O. J., Morales P. J. y Flores E. G. 2003. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero, curso para técnicos y productores. Universidad Autónoma Chapingo. Publicaciones Agribot. México. 50-90 p.

Morales, J. 2003. INFORJARDIN. Pimiento *Capsicum annum* plagas, enfermedades y trastornos. Dirección electrónica: <http://articulos.infojardin.com/huerto/Fichas/pimiento.htm>

Núñez, F. Gil O. R y Costa G. J, 1996. El cultivo de pimientos, chiles. Ediciones Mundi Prensa, Madrid-Barcelona-México. 63-92 p.

Pérez, G. M y F. Márquez. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 1a edición. Texcoco, Méx.

Preciado R. P., Lara-Herrera A., Segura C. M. A., Rueda P. E. O., Orozco V. J. A., Yescas C. P. y Montemayor T. J. A. 2008. Amonio y fosfato en el crecimiento de plántulas de chile jalapeño. Terra 26: 37-42.

Romero F., E. 1988. Invernaderos para la Producción de Hortalizas y Flores. Folleto Técnico No. 2. CENID-RASPA- INIFAP. Gómez Palacio, Dgo. México.

Resh H. M. 1992. Cultivos Hidropónicos Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 265-270 p.

Ramírez J., 2002. El Chile.
http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/chile.html

Ramírez V., Barrios C., Jiménez J., Zovola G., 2000. Entorno de los recursos filogenéticos de México.

Ramiro. C. A. 2003. Evaluación de tres híbridos y dos líneas avanzadas de chile serrano. (c. annum .L) en san Luis potosí 2003.

RIPPY, J. F. M.; PEET, M. M.; LOUIS, F. J.; NELSON, P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience 39 (2): 223-229.

Romero, G. G. 2005, Evaluación de diferentes formas de distribución de plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo condiciones de invernadero, Tesis profesional, Chapingo, México, 60p

Sánchez del C. F. y E. Escalante R. 1989. Hidroponía. Universidad autónoma de chapingo.

Sánchez B. y E. Favela F. 2000. Construcción y Manejo de Invernaderos. Manual. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna. Torreón, Coah. Pp 45.

SAGAR, SNICS. 2002, Guía técnica para la descripción varietal.

Samperio, R. G. 2002, Hidroponía básica, Cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Editorial-Diana.México.

SCHEURELL, S.; MAHAFFEE, W.F. 2004. Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythium ultimum*. *Phytopathology*. 94: 1156-1163

Urrestarazu G. M. 2000. Manual de cultivos sin suelo. Mundi-Prensa. Almería. España. 113-144 p.

Velasco V. V. A., Trinidad S. A., Tirado T. J. L. Téliz O. D., Martínez G. A. y Cadena H. M. 1998. Efecto de algunos nutrimentos en plantas de chile agua infectadas con virus. *Terra*. 16 (04): 317-324 p