

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Crecimiento y producción de chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo diferentes láminas de riego.

Por:

MAYRA YADIRA GÓMEZ VÁSQUEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE LAS CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo
diferentes láminas de riego.

Por:

MAYRA YADIRA GÓMEZ VÁSQUEZ

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN


Ph.D. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Presidente

Aprobada por:


M.C. Ricardo Israel Ramirez Gottfried
Vocal


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Vocal


Dr. Federico Vega Sotelo
Vocal Examinador


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE DICIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) bajo
diferentes láminas de riego.

Por:

MAYRA YADIRA GÓMEZ VÁSQUEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN


Aprobada por el Comité de Asesoría:


PhD. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Asesor Principal



M.C. Ricardo Israel Ramirez Gottfried
Coasesor


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Coasesor


Dr. Federico Vega Sotelo
Coasesor
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. Isaias de la Cruz Alvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.


COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DICIEMBRE 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, ser mi fortaleza en momentos de debilidad, brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad en todos los aspectos.

A mi familia, que me acompaño, me brindó su apoyo en cada momento, donde siempre me preguntaban y estaban atentos como iba en mis estudios.

A mi ALMA TERRA MATER, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna que me acogió, fue mi casa durante los años de mi estancia y darme la oportunidad de ser un profesionalista marca **NARRO**.

Al PhD. Vicente De Paul Alvarez Reyna y a cada uno de mis asesores por los conocimientos brindados, apoyo y la dedicación en la investigación, Gracias.

A mis profesores de clases quienes me compartieron parte de sus conocimientos que me ayudo a fortalecer mis aprendizajes y experiencias.

A mis amigos Maite, Luis, Elías, Tomas, Erick, Ramón, Wendy, Vicente y Anette que son la familia que yo elegí, gracias por estar ahí en las buenas y en las malas.

DEDICATORIA

A:

Dios: por darme la oportunidad de vivir, estar conmigo en cada paso que doy, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres: Felicia Vásquez Zarate y Gil Gómez Gutiérrez, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron en todos los planes que tenía, darme una carrera para mi futuro, mostrarme el camino de la honestidad y hacer de mí una mujer de bien, gracias.

Mis hermanos: Deysi, Paola, Gilberto y Cesar, a mis cuñados y sobrinos por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen dando incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. Tomen esto como un incentivo para seguir adelante, y si ustedes se proponen algo lo pueden cumplir.

Mi abuela María Aurelia Gutiérrez por su apoyo y amor, gracias por siempre pedirle a Dios por mí para que me fuera bien, te quiero.

Mi mejor amiga Bilda Delia López por tu apoyo incondicional antes y durante este proceso, este logro también es tuyo, gracias por todo.

Mis amigos que son la familia que yo elegí, gracias por estar ahí en las buenas y en las malas.

RESUMEN

El chile huacle (*Capsicum annuum L.*) es un cultivo endémico de Oaxaca, México con bajo rendimiento. Es el ingrediente principal de mole negro oaxaqueño, típico de la cocina mexicana y considerada patrimonio cultural inmaterial de la humanidad. Esta población de chile se encuentra en peligro de extinción, se cultiva en condiciones de campo abierto y riego por gravedad. En un estudio realizado en 2009, la FAO proyectó que para el 2020 nuestro país entraría en la zona de riesgo de pérdidas económicas debidas a sequía, de esta forma surge la necesidad de la programación del riego eficiente para mejorar la productividad de los cultivos. Los métodos modernos de irrigación como el riego por goteo, son herramientas importantes para incrementar la eficiencia en uso de agua, especialmente en regiones áridas donde es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El experimento se realizó en campo abierto, en los meses febrero-julio, el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el crecimiento y producción del chile huacle (*Capsicum annuum L.*) bajo diferentes láminas de riego. El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron tres (65%, 80%, 95% de ETr). Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), número de hojas por planta, longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm) y rendimiento en verde y seco (ton/ha). El chile huacle presentó buena adaptación a las condiciones de la Comarca Lagunera. Se encontró diferencia en longitud y diámetro de fruto. El rendimiento no se vio afectado por las diferentes láminas de riego aplicadas.

Palabras claves: Chile huacle, *Capsicum annuum L.* ETr, Lámina de riego, Rendimiento, La Cañada Oaxaca

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. El cultivo de chile	4
2.2. Propiedades de Capsicum annum.....	4
2.3. Producción	5
2.3.1. Producción mundial.....	5
2.3.2. Producción nacional	5
2.3.3. Producción estatal.....	5
2.4. Clasificación taxonómica.....	6
2.5. El chile huacle	6
2.5.1. Condiciones agroecológicas favorables para el cultivo	8
2.5.2. Morfología del cultivo	8
2.5.3. Crecimiento y desarrollo de la planta	10
2.5.4. Chile huacle en peligro de extinción	10
2.5.5. Chile huacle patrimonio biocultural.....	11
2.5.6. Practicas agronómicas para la producción de chile huacle	11

2.6.	Etapas de crecimiento de la planta de chile	12
2.6.1.	Etapas de desarrollo de la plántula hasta la primera ramificación 12	
2.6.2.	Etapas de rápido desarrollo de brotes y formación de flores	12
2.6.3.	Etapas de lento crecimiento y desarrollo de frutos	12
2.7.	Plagas del chile	13
2.7.1.	Pulgón.....	13
2.7.2.	Minador de la hoja (<i>Liriomyza sp.</i>)	14
2.7.3.	Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	14
2.7.4.	Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.)	14
2.7.5.	Picudo o barrenillo de chile (<i>Anthonomus eugenii</i> Cano)	15
2.7.6.	Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	16
2.8.	Enfermedades del chile	16
2.8.1.	Marchitez	16
2.8.2.	Antracnosis (<i>Colletotrichum spp.</i>).....	17
2.8.3.	Virus del mosaico del tabaco	17
2.8.4.	Alternariosis (<i>Alternaria alternata</i>)	18
2.8.5.	Cenicilla	18
2.8.6.	El virus huasteco del chile (PHV)	19
2.8.7.	Virus jaspeado del tabaco	19
2.9.	Fertilización.....	19
2.10.	Requerimiento hídrico	20
2.11.	Evapotranspiración	20
2.12.	Estrés hídrico	21
2.13.	Problemática del agua en la Comarca Lagunera.....	21

2.14.	Escasez natural de agua.....	21
2.15.	Sobreexplotación	22
2.16.	Contaminación y deterioro de la calidad del agua	22
III.	MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1.	Ubicación del estudio	24
3.2.	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	24
3.2.1.	Clima.....	25
3.3.	Diseño experimental	25
3.4.	Manejo del cultivo	25
3.4.1.	Material vegetal.....	25
3.4.2.	Producción de plántula.....	26
3.4.3.	Trasplante.....	26
3.4.4.	Labores culturales.....	27
3.4.5.	Riego	27
3.4.6.	Fertilización.....	29
3.4.7.	Control de plagas y enfermedades.....	30
3.4.8.	Cosecha.....	31
3.5.	Variables evaluadas	32
3.6.	Análisis estadístico.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	Altura de planta.....	33
4.2.	Número de hojas.....	33
4.3.	Longitud de fruto	33
4.4.	Diámetro de fruto	34
4.5.	Rendimiento.....	34

V. CONCLUSIONES.....	36
VI. LITERATURA CITADA	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica <i>Capsicum annum</i> L.	6
Cuadro 2. Fertilizantes y cantidad utilizada para la preparación de la solución Steirner. UAAAN-UL, 2021.....	29
Cuadro 3. Insecticida químico utilizado, UAAAN-UL,2021	30
Cuadro 4. Fungicida químico utilizado, UAAAN-UL, 2021.	31
Cuadro 5. Altura de planta (cm) y Número de hojas de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.....	33
Cuadro 6. Longitud de fruto (cm) y diámetro de fruto (mm) de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.....	34
Cuadro 7. Rendimiento Ha verde (Ton/ha) y rendimiento Ha seco (Ton/ha) de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de una planta de chile <i>Capsicum annum</i> L.	9
Figura 2. Ubicación geográfica del sitio experimental, UAAAN-UL, 2021. .	24
Figura 3. Material vegetal utilizado para la obtención de la semilla.	25
Figura 4. Siembra de los genotipos de chile huacle. UAAAN-UL, 2021.	26
Figura 5. Trasplante de chile huacle a campo. UAAAN-UL, 2021.	27
Figura 6. Sistema de riego por goteo. UAAAN-UL, 2021.	28
Figura 7. Aplicación de solución Steiner.	30
Figura 8. Chile huacle maduro listos para la cosecha, UAAAN U-L, 2021.	31
Figura 9. Chile huacle cosechado en los diferentes tratamientos, UAAAN- UL, 2021.	31
Figura 10. Cosecha por parcela útil, UAAAN-UL,2021.	32

I. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos agrícolas de mayor importancia mundial, incluyendo México (Chavarro *et al.*, 2017), debido a que nuestro país se considera como centro de origen de algunas especies, identificándose una gran diversidad de tipos que se encuentran ampliamente distribuidos en el territorio nacional (Barrios, 2016).

En México se han descrito un total de más de 150 variedades locales, que ocupan extensas superficies plantadas y son de gran consumo. Las regiones central y sur-sureste son más diversas y relevantes para la preservación in situ del chile. En estas regiones, se han conservado aproximadamente 80 variedades locales (Vera *et al.*, 2017).

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 36,771,482 toneladas. Entre los países productores de chile, China en el 2018 fue el principal productor a nivel mundial con el 49.45 % de la producción, seguido por México (9.19 %), Turquía (6.95 %), Indonesia (6.91 %) y España (3.47 %) (INTAGRI, 2020).

En el 2019 se reportó una producción nacional de 3,238,245 toneladas de chile con un rendimiento de 21.6495 Ton/ha., en México (FAOSTAT, 2020). A nivel estatal, Sinaloa en el 2019 fue el mayor productor de chile en México llegando a producir el 23.4 % de la producción, seguido de Chihuahua (21 %), Zacatecas (13.9 %), San Luis Potosí (9.9 %) y Sonora (5.94 %). Estos cinco estados concentraron el 74.2 % de la producción nacional (INTAGRI, 2020).

En México existen cinco especies cultivadas de chile (*C. annuum*, *C. pubescens*, *C. frutescens*, *Capsicum chinense* y *C. baccatum*) y alrededor de 25 silvestres y semicultivadas. *Capsicum annuum* es la especie cultivada más importante en todo el mundo y en México se encuentra la mayor diversidad; sin embargo, solo algunos tipos de chile del país son ampliamente reconocidos, tales como: Jalapeño, Ancho, Guajillo, Pasilla, Serrano, Manzano, habanero, de Árbol y

Piquín. La mayor parte de la diversidad solo es conocida a nivel regional o local (López & Pérez, 2015).

Desde tiempos ancestrales, se desarrolla el cultivo del chile huacle o chilhuacle en sus variantes de color negro, amarillo y rojo, registrando a la región La Cañada, Oaxaca como la única región en México donde se cultiva esta variante biológica. El chile huacle es el ingrediente principal de mole negro oaxaqueño, típico de la cocina mexicana y considerada patrimonio cultural inmaterial de la humanidad (Urbina *et al.*, 2020).

Actualmente, el chile huacle se produce exclusivamente en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, en una superficie anual de aproximadamente 10 hectáreas, se cultiva en condiciones de campo abierto, riego por gravedad, en una superficie que oscila entre 5,000 y 20,000 m² por productor (López, 2016).

En el año 2015 se registraron 10 ha cultivadas a cielo abierto bajo un sistema de riego rodado con un rendimiento promedio menor a una tonelada por hectárea de chile deshidratado (San Juan *et al.*, 2019).

La Comarca Lagunera es un área agrícola que hace uso intensivo de los recursos suelo y agua, éste último de alto impacto por la escasez del mismo. Uno de los principales problemas en la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila, que es la región de estudio, es la falta de disponibilidad de agua, lo cual se agudiza en los periodos secos, con el consecuente efecto en la recarga del acuífero. De los 653 acuíferos, 101 están sobreexplotados. Es común que el agua extraída de pozos a más de 200 m de profundidad, contengan nutrientes, pero también contaminantes. Lo anterior es agravado en lugares donde se ha utilizado agua residual para el riego agrícola, reportándose una tendencia creciente en las concentraciones de metales pesados, lo cual es un riesgo potencial para la salud, sobre todo por su acumulación en las plantas (Azpilcueta *et al.*, 2017).

1.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento y producción del chile huacle bajo diferentes láminas de riego.

1.2. Hipótesis

El crecimiento y producción es similar bajo diferente diferentes láminas de riego.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. El cultivo de chile

El cultivo y domesticación del chile esta referenciado a México y América Central. El género *Capsicum* pertenece a la familia de las solanáceas y comprende alrededor de 35 especies de chiles descritas y clasificadas todas ellas (Moctezuma, 2019). Dentro del género *Capsicum* existen cinco especies domesticadas (*Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum pubescens*). La mayor parte de variedades de chile cultivadas en todo el mundo son de la especie *Capsicum annuum*. A pesar de que es una planta que puede comportarse como cultivo bianual, se cultiva de forma anual debido a que en el segundo ciclo la planta presenta brotaciones menos vigorosas y frutos de menor tamaño y calidad (INTAGRI, 2020).

El cultivo del chile (*Capsicum spp.*) se ubica entre las siete hortalizas más cultivadas en el mundo (Castilla, 2018).

En México y América central se domesticó *Capsicum annuum* y posiblemente también *Capsicum frutescens*, especies de las que aun hoy en día se encuentran poblaciones silvestres con gran variabilidad morfológica y genética (López, 2016).

2.2. Propiedades de *Capsicum annuum*

Una de las características que definen a los vegetales es la existencia de ciertas cadenas de reacciones químicas llamadas rutas metabólicas distintas a las del metabolismo primario, que es común en todos los seres vivos. Por medio de estas rutas denominadas “metabolismo secundario” se fabrican ciertos compuestos químicos, generalmente restringidos a un grupo taxonómico o incluso a una especie concreta. Los compuestos característicos de algunos frutos del genero *Capsicum* son los ya mencionados capsaicinoides, responsables de su picor. Los principales capsaicinoides encontrados en este género son la nornorcapsaicina, norcapsaicina, capsaicina, homocapsaicina, nornordihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina, dihidrocapsaicina y homodihidrocapsaicina. La capsaicina (CAP, N[(4-hidroxi-3-methoxifenil) methyl]-8 till(-6-nonenamida) y la dehidrocapsaicina (DH, N[(4-hidroxi-

3-metoxifenil) metil]-8- metilnonenamida) son los responsables en más del 90 % del picor del chile (Castilla, 2018).

2.3. Producción

A escala internacional México es el segundo productor de chile, con más de 98 mil hectáreas dedicadas al cultivo de este fruto, las principales variedades que se cultivan son: jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero. El chile es el octavo cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 18 millones de pesos anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.6 millones de toneladas, de las cuales se exportan cerca de 880 mil toneladas de chiles frescos, secos y preparados (Castilla, 2018).

2.3.1. Producción mundial

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 36,771,482 toneladas. Entre los países productores de chile, China en el 2018 fue el principal productor a nivel mundial con el 49.45 % de la producción, seguido por México (9.19 %), Turquía (6.95 %), Indonesia (6.91 %) y España (3.47 %) (INTAGRI, 2020).

2.3.2. Producción nacional

El chile junto con el tomate son las hortalizas de mayor importancia económica en México. El chile aporta el 20.2 % en la producción de hortalizas a nivel nacional (INTAGRI, 2020). En el 2019 se reportó una producción nacional de 3,238,245 toneladas de chile con un rendimiento de 21.6495 Ton/ha., en México (FAOSTAT, 2020).

2.3.3. Producción estatal

A nivel estatal, Sinaloa en el 2019 fue el mayor productor de chile en México llegando a producir el 23.4 % de la producción, seguido de Chihuahua (21 %), Zacatecas (13.9 %), San Luis Potosí (9.9 %) y Sonora (5.94 %). Estos cinco estados concentraron el 74.2 % de la producción nacional (INTAGRI, 2020).

2.4. Clasificación taxonómica

La taxonomía del género *Capsicum* es compleja, debido a la gran variabilidad de tipos existentes en las formas cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en su clasificación, de manera general una clasificación ampliamente aceptada se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica *Capsicum annuum* L.

División	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Subclase	Metachmydeae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	Annuum
Nombre científico	Capsicum annuum L.

Fuente Lorenzo, (2016).

2.5. El chile huacle

En México se domesticaron especies como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus spp.*), calabaza (*Cucurbita spp.*) y chile (*Capsicum spp.*), entre otras principales, y actualmente forman parte de la dieta humana a nivel mundial. En cuanto al chile, existen cinco especies cultivadas y alrededor de 25 silvestres y semicultivadas. *Capsicum annuum* es la especie cultivada más importante en todo el mundo y en México se encuentra la mayor diversidad; sin embargo, solo algunos tipos de chile del país son ampliamente reconocidos, tales como: Jalapeño, Ancho,

Guajillo, Pasilla, Serrano, Manzano, Habanero, de Árbol y Piquín. La mayor parte de la diversidad solo es conocida a nivel regional o local (López & Pérez, 2015).

El estado de Oaxaca posee una amplia diversidad climática, edáfica y de vegetación, lo que aunado a una amplia diversidad cultural (existen 16 grupos indígenas) que confieren características especiales para la existencia de un gran patrimonio biocultural. Se divide en ocho regiones: Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Sur, Sierra Norte, Mixteca, Cañada y Valles Centrales. Cada región es dividida en distritos políticos, los cuales suman 30 en total, y estos a su vez, contienen 570 municipios. Oaxaca es considerado centro de origen de numerosas especies como: maíz, frijol, calabaza, chile, amaranto entre otros cultivos que actualmente juegan un papel muy importante en la alimentación y nutrición de la población rural y urbana (Avendaño, 2016).

La región de la Cañada Oaxaqueña presenta múltiples contrastes en cuanto a su orografía y grupos culturales. Su clima se ubica dentro de los secos muy cálidos, semi cálidos y templados. La temperatura anual promedio es de 22° C, con lluvias mínimas de 372.8 mm y máximas de 643.7 mm total anual. Desde tiempos ancestrales, bajo estas condiciones de clima y suelo, se desarrolla el cultivo del chile huacle o chilhuacle en sus variantes de color negro, amarillo y rojo, registrando a la región de la Cañada, Oaxaca como la única región en México donde se cultiva esta variante biológica con registro de hasta 10 hectáreas en promedio cultivadas anualmente (López & Pérez, 2015).

El chile huacle es el ingrediente principal de mole negro oaxaqueño, típico de la cocina mexicana y considerada patrimonio cultural inmaterial de la humanidad. Este producto forma parte importante de la alimentación en las fiestas de la región de la Cañada, se usa para aderezar guisos, para teñir salsas, para elaborar la sopa de chileajo, estofado, el clemole, entre otros. Aunque no se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059, esta población de chile se encuentra en peligro de extinción (Urbina *et al.*, 2020).

Actualmente el chile huacle se produce exclusivamente en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, se cultiva en condiciones de campo abierto, riego por

gravedad, en superficies que oscilan entre los 5,000 m² y 20,000 m² por productor, en el proceso productivo del cultivo se hace uso de prácticas agronómicas tradicionales combinadas con algunas innovaciones tecnológicas actuales. El principal problema limitante de la producción del chile huacle lo constituyen las enfermedades de naturaleza viral (Virus del Mosaico del Tabaco, Virus Jaspeado del Tabaco y el Geminivirus Huasteco del chile) y las altas poblaciones del barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) (López, 2016).

En el año 2015 se registraron 10 hectáreas cultivadas a cielo abierto bajo un sistema de riego rodado con un rendimiento promedio menor a una tonelada por hectárea de chile deshidratado (San Juan *et al.*, 2019).

2.5.1. Condiciones agroecológicas favorables para el cultivo

Las condiciones climáticas generales de los sitios de siembra son de clima cálido semi seco con lluvias en verano, temperatura anual de 38° C, y la temperatura del mes más frío es de 10° C; presencia de la canícula, con un verano caluroso y largo, temperatura media del mes más caliente de entre 28° C y 43° C. La precipitación anual promedio de los años anteriores oscila entre 500 y 600 mm anuales distribuidos entre los meses de junio a septiembre, con excepción del mes de agosto, en el que frecuentemente se presenta sequía intraestival o canícula (INIFAP, 2015).

2.5.2. Morfología del cultivo

Planta

Planta de posición erecta, hábito de crecimiento dicotómico, altura promedio de 145 cm, raíz típica con un gran número de raíces secundarias, tallos de forma angular color verde y color violáceo intenso por antocianinas en los entrenudos, y escasa pubescencia (San Juan *et al.*, 2018), (Figura 1).



Figura 1. Anatomía de una planta de chile *Capsicum annum* L.

Hojas

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 (San Juan *et al.*, 2018).

Flor

Son de posición intermedia, con anteras de color morado y filamento blanco; el estigma es de tipo exerto. La corola es de color blanco, pétalos blancos en número de seis y deciduos (San Juan *et al.*, 2018).

Fruto

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 oscuro e intensidad media y brillantez fuerte en su madurez, aunque

también existen frutos de color rojo y de color amarillo. En los tres casos, los frutos presentan una forma angular predominante en la sección transversal, con tres o cuatro lóculos (López, 2016).

Semilla

La semilla de chile es mayor que la de jitomate y tiene una forma deprimida reniforme, es lisa, sin brillo y de color blanco amarillento. Las variedades de los frutos pequeños usualmente tienen semilla más chica en comparación con las variedades de frutos grandes (López, 2016).

2.5.3. Crecimiento y desarrollo de la planta

El chile huacle agrónomicamente presenta las siguientes particularidades: ciclo de cultivo de 185 a 195 días (35 a 45 días en almacigo, 90 días de crecimiento y desarrollo y 60 días de cosecha) (San Juan, 2018). Sin embargo, el tiempo por etapa del cultivo puede variar en función a la temperatura, fotoperiodo, intensidad luminosa y humedad disponible en el suelo. En un ambiente donde prevalecen temperaturas medias diarias de 28° C y fotoperiodo largo con 10 horas luz, la germinación ocurre a los 3 días, la emergencia a los 12 días, inicio de la floración a los 25 días, el inicio de fructificación a los 45 días y el inicio de cosecha a los 105 días (López, 2016).

2.5.4. Chile huacle en peligro de extinción

El chile huacle también conocido regionalmente como chilhuacle, es el chile de Oaxaca más reconocido a nivel internacional al citarse en los principales libros de gastronomía local, nacional e internacional, como el ingrediente principal del tradicional “mole negro oaxaqueño” (San Juan *et al.*, 2018), platillo que está presente en la mayoría de las celebraciones sociales y religiosas del estado de Oaxaca (INIFAP, 2015).

El huacle está en crisis por diversas razones. De acuerdo con investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), las más importantes son las plagas, sustitución de cultivos, afectaciones que el cambio climático produjo en la desértica región oaxaqueña conocida como la Cañada, de donde es endémico

(TOPTEN, 2018), se requieren estudios sobre el requerimiento hídrico, nutrición, manejo integrado de plagas, conservación de semillas y su manejo poscosecha, sobre todo el proceso de secado del chile, ya que es de esta forma como se comercializa (Hernández, 2018). Este chile es el más caro del país, pues su escasez eleva su precio, que año tras año ven morir en cámara lenta uno de los patrimonios gastronómicos del país (Comida Mexicana, 2016). Su precio en seco oscila entre los 350 pesos el kilo hasta más de mil pesos cuando llega a la Ciudad de México. Otro de los peligros para los productores es que en Zacatecas comenzaron a cosechar chilhuacle para después llevarlo a Oaxaca, ofertándolo a un precio menor de 200 pesos, lo cual para ellos resulta negativo (Del Castillo, 2019).

En 2013 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) decretó oficialmente que la especie está al borde de la extinción (TOPTEN, 2018).

2.5.5. Chile huacle patrimonio biocultural

El 25 de octubre del 2014, en la I Feria Internacional del Chile huacle Agroalimentaria y Artesanal, realizada en San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, se hizo entrega del reconocimiento a esta variedad de chile como Patrimonio Biocultural de Oaxaca, México y el mundo (Cortés, 2020).

2.5.6. Practicas agronómicas para la producción de chile huacle

Bajo las condiciones ambientales de Oaxaca, algunas limitaciones agronómicas están asociadas con el proceso de producción de este cultivo, y la incidencia y severidad de plagas y enfermedades se encuentran entre los impedimentos más importantes que dificultan el potencial de este cultivo (García *et al.*, 2017).

En la región de la Cañada, la semilla de este chile se germina al final de la estación seca, es decir, mayo. Una vez que la semilla germina, las plántulas se trasplantan a los campos de cultivo en junio y julio, durante la temporada de lluvia. Finalmente, los agricultores riegan el cultivo si es necesario (García *et al.*, 2017).

La recolección se realiza en octubre, una vez finalizada la temporada de lluvias. La poda aumenta el rendimiento por planta y por unidad de superficie, aunque los frutos tienden a ser más pequeños (García *et al.*, 2017).

Cuando se aplican soluciones de nutrientes durante el riego, las mejores respuestas agronómicas se observan con las soluciones de nutrientes Steiner. Cuando se cultiva en condiciones de campo, este cultivo se desempeña mejor en suelos franco arenosos fiabes y bien drenados, con valores de pH entre 6.5 y 7.5, con una profundidad mínima de 35 a 50 cm (García *et al.*, 2017).

2.6. Etapas de crecimiento de la planta de chile

En el desarrollo de los órganos y tejidos de chile pueden distinguirse tres etapas: 1) etapa de desarrollo de la plántula hasta la primera ramificación, 2) etapa de rápido desarrollo de brotes y formación de flores, y 3) etapa de lento crecimiento y desarrollo de frutos (Cuevas, 2018).

2.6.1. Etapa de desarrollo de la plántula hasta la primera ramificación

Para su germinación la semilla de chile solo necesita de agua, oxígeno y temperatura. De todas maneras, se puede observar cierta disparidad en la energía germinativa en un mismo lote de semilla, ello podría deberse a diferencias en la senescencia seminal. En el estado de plántula, las plantas deben tener entre 7 y 9 hojas y es conveniente que aún no se observe el primer botón floral (Cuevas, 2018).

2.6.2. Etapa de rápido desarrollo de brotes y formación de flores

En esta etapa en el chile, se produce una intensa división en todos los órganos de la planta, indicándose el desarrollo de los tejidos secundarios. El punto de partida es la ramificación del tallo, cuando la plántula ha alcanzado una altura entre 15 y 20 cm. Una vez realizado el trasplante pasan algunos días hasta que se retoma el crecimiento; luego la planta sigue formando hojas (hasta 8-12) y posteriormente de desencadena la floración (Cuevas, 2018).

2.6.3. Etapa de lento crecimiento y desarrollo de frutos

Después de la fertilización se produce una intensa división celular en el epicarpio y endocarpio, poco después los procesos de división celular finalizan y no

se producen nuevas células durante el desarrollo y maduración del fruto. Fundamentalmente ocurren procesos de crecimiento y división celular. Cuando el fruto alcanza la forma y tamaño definitivos la mayoría del crecimiento celular cesa (Cuevas, 2018).

2.7. Plagas del chile

Las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de chile, han cobrado importancia, sobre todo porque el control químico y natural no han resultado efectivo en el manejo de este problema (Robledo, 2019).

2.7.1. Pulgón

Los pulgones son insectos que pertenecen al orden Hemiptera y forman la familia Aphididae (áfidos), tienen un tamaño de entre 1.6 a 3.5 milímetros. Se pueden presentar con alas o sin ellas. Cuando no presentan alas, también se les llama ápteros y generalmente presentan coloraciones verdes o amarillas en distintas tonalidades y tienen el cuerpo blando en forma de pera. Sus patas y antenas tienen tonalidades ligeramente más oscuras y sus antenas son muy largas casi igual o más que su cuerpo. Además, en la parte de su abdomen presentan unos apéndices llamados “cornículos” o “sifones” (INTAGRI, 2019).

Los adultos como las ninfas viven en colonias, en el envés de las hojas terminales y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas más maduras.

Al alimentarse succionan savia e inyectan una savia tóxica que provoca encarrujamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta. También al alimentarse secretan sustancias azucaradas, en las cuales crece un hongo (fumagina) que causa un ennegrecimiento de las hojas, que afecta la fotosíntesis.

La importancia de los pulgones es que actúan como vector de enfermedades virales al cultivo de chile, como el virus del mosaico de las cucurbitáceas (CMV), el virus Y de la papa (PVY), virus del mosaico del tabaco (TMV), virus ETCH del tabaco (TEV), entre otros (Linares *et al.*, 2018).

2.7.2. Minador de la hoja (*Liriomyza sp.*)

Las larvas miden de 1 a 2 milímetros de longitud y son de color amarillo pálido. Se alimentan en el interior de la hoja, formando un túnel delgado que se va ensanchando conforme la larva crece. A simple vista, sobre la hoja la galería aparece blanquecina y en forma de una serpentina (normalmente este es el indicio de la presencia de los minadores en la plantación). La pupa toma un color marrón claro y brillante. En lugares áridos (o en invernaderos) se puede observar que algunas empupan en la hoja. El adulto es una mosca pequeña de hasta 2 mm de longitud, amarilla, con el dorso negro brillante (Linares *et al.*, 2018).

Los adultos del minador de la hoja emergen antes del mediodía, comúnmente, los machos emergen primero que las hembras; el apareamiento se realiza 24 horas después y con una sola cópula es suficiente para que todos los huevos se fertilicen. Las hembras hacen picaduras en las hojas, provocando pequeñas heridas que son utilizadas para ovipositar y alimentarse, aunado a que las larvas se alimentan de la lámina foliar. Los machos son incapaces de provocar daño de picadura sobre las hojas, pero se ha observado que se alimentan de las heridas hechas por las hembras (García, 2019).

2.7.3. Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Esta es una de las plagas más temidas, el daño en Chile no es muy fuerte. El adulto es un Psillido, con alas en forma de tejaban, que se alimentan de la planta al succionar la savia de las plantas y a la vez la transmisión de fitoplasmas ocasionando que el rendimiento se afecte severamente (Centro Universitario UAEM, 2019).

2.7.4. Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.)

En México se han registrado 67 especies en 27 géneros que se encuentran distribuidas en gran parte del territorio nacional; el área geográfica donde se presentan las mayores infestaciones del biotipo B de *B. tabaci*, incluye a los estados de Baja California Norte y Sur, Sonora y Sinaloa. Esta especie, también ha invadido gran parte de los estados de Colima, Jalisco, Morelos, Durango, México, Coahuila, Oaxaca, Yucatán, Veracruz, y Nayarit, afectando principalmente cultivos de soya,

algodón, chile, melón, pepino, calabaza, tomate, col, lechuga, naranja, ajonjolí, cacahuete, brócoli, rábano y flor de noche buena (García *et al.*, 2015).

Morfología: Los huevos son avales de color blanco, con el tiempo se tornan café oscuro. Las ninfas de primer estadio son avales, color blanco verdosas y miden 0.3 milímetros de longitud. Las ninfas de segundo al cuarto estadio son aplanadas y ovals, color amarillo verdosas y miden de 0.4 a 0.7 milímetros. La pupa es aplanada y más convexa que ninfas, los ojos son rojos y el cuerpo amarillo. Los adultos son blancos amarillentos y miden 0.8 a 1 milímetros (Alfonso, 2020). Ocasiona daños directos e indirectos en las plantas, de manera directa al alimentarse del floema ocasionando el debilitamiento de la planta por la extracción de nutrientes y desordenes como el plateado de las cucurbitáceas. De manera indirecta la excreción de sustancias azucaradas que favorecen el crecimiento de hongos como la fumagina sobre las plantas (SADER & SENASICA, 2020) .

2.7.5. Picudo o barrenillo de chile (*Anthonomus eugenii* Cano)

El picudo del chile también llamado barrenillo pertenece a la familia Curculionidae. Familia formada por numerosas especies diferentes (del orden de 60,000 especies). En concreto, la especie *Anthonomus eugenii* es originaria de México y se encuentra prácticamente en todas las regiones productoras de chile de México (Infoagro, 2016).

La hembra deposita más de 300 huevecillos en forma individual en orificios que realiza en los botones florales y frutos inmaduros los cuales requieren de tres a cinco días para su eclosión. La larva después de una a cuatro horas de la eclosión se alimenta de la semilla y los tejidos placentales del fruto tierno o del polen maduro de los botones florales. El adulto completamente desarrollado requiere de tres a cuatro horas para emerger, para lo cual realiza un orificio redondo en el fruto. Bajo condiciones naturales el barrenillo del chile vive alrededor de tres a cuatro meses (Reyes, 2017).

El manejo adecuado del picudo del chile depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y de su control mediante insecticidas, aplicados por

la mañana o al atardecer cuando el insecto se encuentre expuesto en la superficie de la planta (Avendaño, 2017).

2.7.6. Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

Es un acaro fitófago con un alto potencial reproductivo, y un ciclo de vida corto, con una capacidad para dispersarse rápidamente. Su nombre de araña roja también lo recibe por su coloración, pudiéndose encontrar ejemplares con un color rojo muy intenso, mientras que otras tienen una tonalidad más anaranjada. Su cuerpo es redondeado, con patas muy pequeñas en comparación del resto de su cuerpo. El cual en su etapa adulta llega a los 0.5 milímetros. En su tórax se puede apreciar pequeños puntos de color rojo cobrizo lo cual también se deriva aun nombre común que tiene el cual es araña de dos puntos, cuenta con una característica por la que se confunde, la cual es que se puede tejer telarañas para proteger sus huevos, como también para cazar insectos diminutos, su ciclo biológico está formado por diferentes estadios. Varios de huevo, larva, dos estadios ninfales y el adulto. Es una plaga que avanza muy rápido y en cuestión de un mes completa todo el ciclo (Infoagro, 2019).

Los daños causados por este acaro son parecidos a los daños causados por trips. Cuando se alimenta inserta sus estiletes desgarrando superficialmente los tejidos, vaciándolos y penetrando el aire, lo que les da un aspecto inicialmente blanquecino que posteriormente toma una coloración rojiza. El planeta pierde energía tanto por la disminución de la capacidad de fotosíntesis como por el considerable aumento de la transpiración, la consecuencia de esto es que tenga una disminución de fotosíntesis, provocando así la reducción del crecimiento, disminución del tamaño de frutos y un retraso en la floración. Casi siempre inicia su infestación en la parte media del planeta, *Tetranychus urticae* puede provocar en los frutos cicatrices características y en consecuencia pérdida de su valor comercial (Infoagro, 2019).

2.8. Enfermedades del chile

2.8.1. Marchitez

La marchitez del chile o secadera es una de las principales enfermedades que causan pérdidas en la producción del 26 % a 90 %, no solo en México sino a

nivel mundial. Es causada por un complejo fitopatológico de *Fusarium spp.*, *Phytophthora capsici*, *Verticillium spp.*, *Macrophomina spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* y *Sclerotium rolfsii*, actuando de manera aislada o combinada (Pérez *et al.*, 2017).

La sintomatología general de la enfermedad de la marchitez es la presencia del marchitamiento, clorosis, necrosis en la base del tallo, en la raíz principal y raíces secundarias, defoliación, en ocasiones se presenta el crecimiento de micelio color blanco en el tallo y en otros casos se ha reportado caída de flores y frutos, sin embargo puede haber ataque directo a las hojas y frutos por la incidencia del tizón y pudrición de frutos causando al final la muerte de la planta (Urrutia, 2015).

2.8.2. Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

Es un hongo de distribución cosmopolita y con predominancia en las regiones con clima húmedos y cálidos (Landeró *et al.*, 2016), clasificada entre varios géneros de hongos como *Gloeosporium* o *Colletotrichum*. Aunque afecta a muchísimos cultivos, el diagnóstico suele ser parecido, pues aparece sobre la cutícula (tanto de hojas como de frutos), manchas pequeñas que terminan aumentando de tamaño y necrosándose con el tiempo. Es un hongo bastante frecuente en hortalizas, donde los marcos de plantación son bastantes reducidos (para incrementar el número de plantas por superficie), y la aireación es reducida. Bajo estas condiciones, la enfermedad se desarrolla con relativa facilidad, siempre que existan condiciones de humedad y temperatura adecuadas. Produce manchas circulares de color marrón u ocre tanto en frutos verdes como en los maduros. Si se dan condiciones de humedad relativa adecuadas y temperaturas altas (como en los invernaderos) es probable que la antracnosis se extienda con rapidez (Antonio, 2018).

2.8.3. Virus del mosaico del tabaco

Pertenece al género Tobamovirus, sus síntomas son muchos y variados: aclaración y caída prematura de las hojas, crecimiento deficiente de la planta, clorosis, mosaicos, aborto de flores y frutos, necrosis de las yemas y deformación de los frutos, de los cuales resultan más pequeños que los de las plantas sanas, además de que maduran de manera irregular. Los patógenos pertenecientes al

género Tobamovirus son muy estables; sus principales fuentes de transmisión son residuos de plantas infectadas en los campos, donde puede mantenerse viable por varios años y también el contacto con cualquier objeto que toque estos residuos, como maquinaria, herramientas e incluso personal que trabaja con las hortalizas (Seminis, 2019).

2.8.4. Alternariosis (*Alternaria alternata*)

Presencia de manchas necróticas generalmente con anillos concéntricos de color castaño oscuro o verde oliva, en presencia de esporulación del patógeno. En el fruto se presentan manchas necróticas con halos rojizos o amarillos, generalmente con depresión del tejido afectado, con presencia de micelio y abundante esporulación bajo condiciones de alta humedad. Es capaz de sobrevivir como micelio o conidios en tejido afectado o epífita en la superficie de plantas de la misma especie u otros hospederos. Se disemina principalmente por el viento y plantas infectadas (Soto, 2018).

2.8.5. Cenicilla

Es un hongo biotrófico, es decir que se alimenta de células vegetales vivas, pero no obstante puede llegar a sobrevivir en ausencia de un cultivo, en forma de ascosporas o peritecios. Sobrevive como micelio que son pequeños filamentos de forma cilíndrica que van formando el tejido del hongo, que esperan tener las condiciones necesarias para infectar nuevamente la planta (Agroinsumos, 2020).

La diseminación de la enfermedad se realiza a través de conidias producida en los conidióforos, siendo alrededor de los 25° C de temperatura y del 70 % al 80 % de humedad, las condiciones idóneas para que las esporas del hongo puedan germinar sobre la superficie de la hoja. La infección empieza principalmente en los folíolos de la planta, se manifiesta en el haz con decoloraciones circulares amarillas, que debido a su necrosis posterior adquieren un color pardusco, también pueden producir amarilleamiento total de la hoja, en el envés se desarrollara un punteado necrótico, muchas veces cubierto por moho blanco (Guevara *et al.*, 2018).

2.8.6. El virus huasteco del chile (PHV)

Es un geminivirus que pertenece al género de Begomovirus, y fue aislado por primera vez en la región de la Huasteca (Tamaulipas), al norte de México, de ahí el nombre. Más tarde se renombró como Virus Huasteco de la Vena Amarilla del Chile (PHYVV, Pepper Huasteco Yellow Vein Virus). Es transmitido por la mosquita blanca y ataca a los cultivos de tomatillo, Chile y tomate (Agroquímicos Arca, 2020).

Los síntomas principales de PHYVV en plantas de Chile consisten en amarilleamiento de las nervaduras, distorsión, mosaico amarillo y enrollamiento de hojas, detenimiento del crecimiento de la planta y reducción del rendimiento (Retes *et al.*, 2016).

2.8.7. Virus jaspeado del tabaco

El virus grabado o jaspeado del tabaco es un Potyvirus que se transmite por semilla, en forma mecánica y por varias especies de pulgones en forma no persistente. El patógeno infecta principalmente a las solanáceas y es uno de los virus más destructivos en el cultivo del habanero, tomate y tabaco, en donde puede causar pérdidas de hasta el 70 %. Los síntomas de las plantas infectadas son achaparramiento, marchitez, raíces oscuras e induce que las nervaduras adquieran una coloración más oscura, defoliación y deformación de frutos (Rodríguez & Ramírez, 2020).

2.9. Fertilización

Para obtener buen rendimiento y calidad de productos la fertilización es muy importante en los cultivos hortícolas. Esta actividad debe iniciar desde los cinco días después de que la planta ha sido establecida en el campo o cuando inicia la formación de las raíces absorbentes. Se recomienda hacer una fertilización de fondo en los suelos nutrimentalmente pobres basándose en un estudio físico – químico de suelos. Si se cuenta con un sistema de riego por goteo que es lo más recomendado el suministro de los fertilizantes se debe hacer a través de éste aplicando el fertilizante según el requerimiento de la etapa fenológica. El nitrógeno es importante para un buen desarrollo del follaje, el fósforo para la raíz y flor, y el potasio para el

grosor de la pared del fruto, aumentar vida de anaquel y resistencia a heladas (Hernández, 2016).

2.10. Requerimiento hídrico

El agua es fundamental para los organismos vivos y esencial para la producción agrícola. En las plantas el agua constituye típicamente de 80 a 95 % de la masa de los tejidos en crecimiento, donde desempeña funciones esenciales, la baja disponibilidad de agua en el suelo provoca el estrés abiótico de mayor incidencia en el crecimiento vegetal, que en los sistemas agrícolas se representa en pérdidas económicas, es importante entonces estimar los requerimientos hídricos de los cultivos para mejorar su potencial productivo y uso de agua (Marcial, 2016).

Los métodos modernos de irrigación como el riego por goteo, son herramientas importantes para incrementar la eficiencia del uso del agua, especialmente en regiones áridas donde es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El uso de tales métodos de riego y acolchado plástico, reduce aún más la evaporación directa del suelo y mejora el microambiente alrededor de las raíces del cultivo, lo que promueve un mejor desarrollo de la raíz. De esta forma surge la necesidad de la programación del riego eficiente para mejorar la productividad, especialmente en el cultivo de chile habanero demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 milímetros por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto (Marcial, 2016).

2.11. Evapotranspiración

La evapotranspiración se define como la pérdida de agua del suelo por dos procesos distintos, a) evaporación del agua contenida en el suelo y b) transpiración del agua contenida en las plantas, ambos procesos ocurren simultáneamente. En las últimas dos décadas se han desarrollado diversas técnicas para estimular la evapotranspiración, que incluye el uso de la covarianza de torbellinos, lisímetro, relación de Bowen, balance de agua en el suelo, scintilometría y percepción remota (López & Díaz, 2015).

2.12. Estrés hídrico

La limitación de los recursos hídricos se ha convertido en uno de los principales problemas de la agricultura, en la medida que los periodos de sequía son cada vez más recurrentes y prolongados (López & Díaz, 2015).

En un estudio realizado en 2009, la FAO proyectó que para el 2020 nuestro país entraría en la zona de riesgo de pérdidas económicas debidas a sequias, proyectando que los estados donde se presentarían incremento en intensidad de este fenómeno meteorológico serian Sinaloa, Chihuahua, Sonora, Veracruz, Michoacán y Estado de México, siendo el escenario más drástico durante el periodo 2010 – 2011, donde un 70 % de la superficie nacional fue afectada por intensa sequía (Rodríguez, 2018).

2.13. Problemática del agua en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es una región sumamente dinámica, donde se practica la minería, una destacada actividad ganadera a nivel nacional, la agricultura de riego y existen grandes parques industriales. Dentro de los principales usos del agua subterránea, destaca el uso agrícola, público-urbano, pecuario e industrial. En términos generales, del acuífero se extrae el 87.5 por ciento del agua con fines agrícolas; el 9.6 por ciento para abastecimiento público, 1.9 por ciento del agua lo emplea la industria y 0.9 por ciento lo utilizan las termoeléctricas. En los siglos XIX y XX, el Rio Nazas fue regulado para fines agrícolas, por las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, ambas en el estado de Durango, aunado a la canalización que inició en Ciudad Lerdo, Durango, lo que provocó la desaparición de la Laguna de Mayrán y su ecosistema, además de disminuir la recarga de los mantos acuíferos (Ramírez, 2016).

2.14. Escasez natural de agua

El acuífero Principal Región Lagunera, clave 0523, está ubicado en una región con escasez natural de agua, en la que se presenta una escasa precipitación media anual, de 260 milímetros y una elevada evaporación potencial media anual de 2,216.20 milímetros; consecuentemente, la mayor parte del agua precipitada se evapora, por lo que el escurrimiento e infiltración son reducidos. Además, la

creciente demanda de agua subterránea en la región, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes e impulsar las actividades económicas y la nula disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, genera competencia por el recurso entre los diferentes usuarios implica el riesgo de que se agraven los efectos negativos de la explotación de agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios (Ramírez, 2016).

2.15. Sobreexplotación

Actualmente el acuífero Principal Región Lagunera, presenta desde hace varias décadas un abatimiento del nivel del agua subterránea, persistiendo el riesgo de que se agraven los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la inutilización de pozos, incremento de costos de bombeo, así como el deterioro de la calidad de agua subterránea; por lo que, es necesario proteger al acuífero de un mayor desequilibrio hídrico que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en la región. El incremento de la demanda de agua, principalmente para actividades agrícolas, pone en riesgo de que se agrave la sobreexplotación del acuífero, incrementando el déficit, situación que ha llegado a ser un freno para el desarrollo de las actividades productivas que dependen del agua subterránea, lo que impactara negativamente en el ambiente y abastecimiento de agua (Ramírez, 2016).

2.16. Contaminación y deterioro de la calidad del agua

Desde la década de los setentas del siglo pasado, se detectó agua subterránea con presencia de arsénico en diversos municipios de la región. Las concentraciones del arsénico total rebasan el límite máximo permisible establecido en la “Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental en Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. Diversos estudios concluyen que el arsénico en el agua subterránea del acuífero Principal Región Lagunera es de origen natural, se ha señalado que los altos valores de arsénico en el agua subterránea son producidos por una combinación de reacciones de disolución de óxidos de hierro y desorción debido a elevados valores de potencial

hidrógeno. A nivel local, también influyó la actividad minera, en el caso de Mapimí, Durango. Los asentamientos de población están contaminando el agua por la infiltración de aguas residuales y materiales acumulados en tiraderos clandestinos cercanos al Río Nazas. También existen descargas industriales que afectan la calidad del agua subterránea y también se ha contaminado por el uso de fertilizantes y pesticidas empleados en la actividad agrícola (Ramírez, 2016).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del estudio

El experimento se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL ubicada en la carretera Santa Fe km 4, Torreón, Coahuila México (Figura 2). La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna se localiza bajo las coordenadas geográficas de $103^{\circ} 22' 30.98''$ y $103^{\circ} 22' 31.23''$ longitud oeste al meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 33' 26''$ y $25^{\circ} 33' 27.03''$ de latitud norte con una altura de 1,140 metros sobre el nivel del mar (Barranco, 2016).

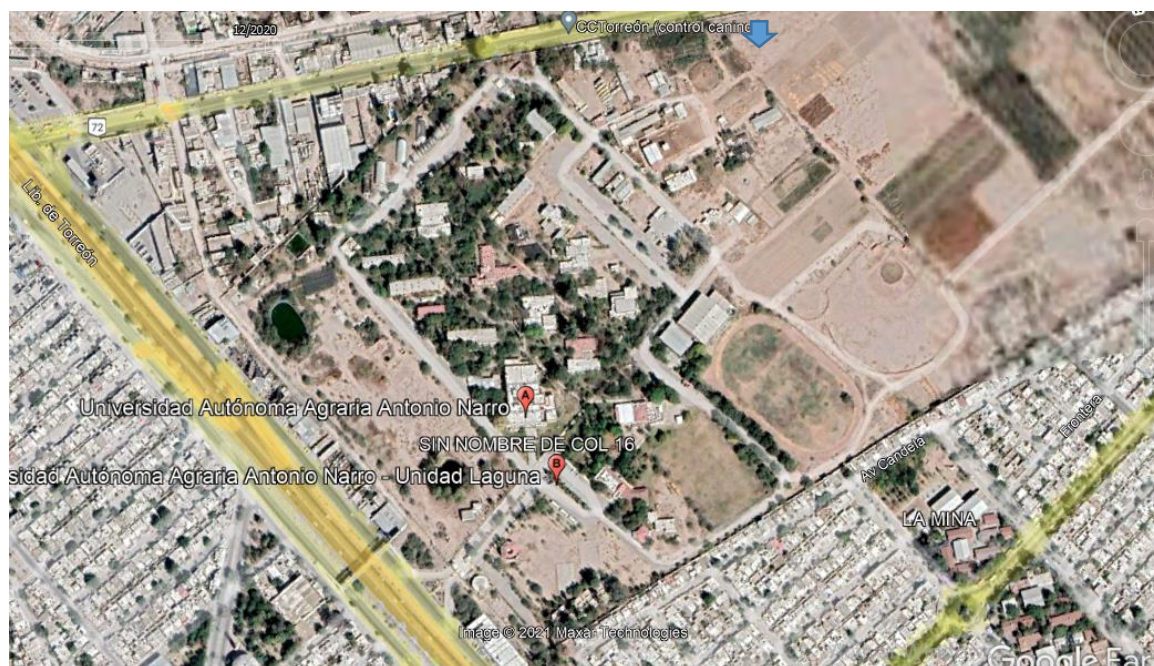


Figura 2. Ubicación geográfica del sitio experimental, UAAAN-UL, 2021.

3.2. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La comarca lagunera se encuentra ubicada al suroeste de Coahuila y al noroeste del estado de Durango, localizándose bajo las coordenadas $101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos $24^{\circ} 10'$ y $25^{\circ} 35'$ de latitud norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar (Lorenzo, 2016).

3.2.1. Clima

La comarca lagunera tiene un clima de tipo desértico y con escasa humedad atmosférica, con una precipitación promedio de 200 a 300 milímetros anuales en la mayor parte de la región, y de 400 a 500 milímetros en las zonas montañosas al oeste, con una evaporación anual promedio de 2,600 milímetros. Una temperatura media anual de 20° C, en los meses de noviembre a marzo la temperatura media mensual varía de 13.6° C y de 9.4° C. La humedad relativa varía en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1 %, en otoño de 49.3 % y finalmente en invierno un 43.1 % (Lorenzo, 2016).

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloque completamente al azar con tres tratamientos de riego (T1=65%, T2=80% y T3=95% de ETr) y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas, diámetro y largo de fruto, peso de fruto en verde y seco. El fruto se consideró fisiológicamente maduro cuando se presentó de 80 a 100 % en cambio de color de verde a rojo y de verde a amarillo en el fruto.

3.4. Manejo del cultivo

3.4.1. Material vegetal

El chile huacle es una rareza endémica del municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca. La semilla se obtuvo realizando una visita a los pocos productores de este chile para adquirir algunos frutos y extraer la semilla de cada genotipo (Figura 3).



Figura 3. Material vegetal utilizado para la obtención de la semilla.

3.4.2. Producción de plántula

La siembra se realizó el 16 de febrero de 2021 en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato de cultivo PRO.MIX GTX (Figura 4). Una vez germinado fue regado con agua hasta que las plántulas mostraran la presencia de las primeras hojas verdaderas, posteriormente el 20 de marzo se realizó una aplicación de solución Steiner antes de su trasplante.



Figura 4. Siembra de los genotipos de chile huacle. UAAAN-UL, 2021.

3.4.3. Trasplante

El trasplante se llevó a cabo el 29 de marzo, cuando las plántulas alcanzaron una altura promedio de 12 a 15 cm y de 4 a 7 hojas verdaderas (Figura 5). En campo abierto fueron trasplantados a una distancia de 30 cm entre planta y planta y 75 cm entre surco y surco a hilera sencilla. Se dio un riego pesado de 9 horas para posteriormente llevar a cabo el trasplante.



Figura 5. Trasplante de chile huacle a campo. UAAAN-UL, 2021.

3.4.4. Labores culturales

El barbecho, rastreo, nivelación y surcado en el terreno se llevó a cabo el día 9 de marzo del 2021. El 10 de marzo se realizó el emparejamiento de los surcos, para la instalación de la tubería secundaria, realizada el día 14 de marzo y la cintilla el día 16 de marzo.

El control de maleza del terreno se realizó con estribos, para así no dañar los surcos y la planta, durante todo el ciclo.

3.4.5. Riego

El sistema de riego utilizado fue riego por goteo (Figura 6), al inicio del ciclo de la planta se le aplicaba el riego cada cuatro días, dependiendo de la evapotranspiración de referencia (ETr) era la lámina de riego a aplicar, en la fase de floración y producción el riego se aplicó diariamente.

La Etr se calculó utilizando la siguiente formula: $Etr = Evap * Kp$

Sumando los datos de evaporación (Eva) de los cuatro días registrados por el Tanque evaporímetro, posteriormente se multiplicó por el coeficiente del tanque evaporímetro ($Kp = 0.75$).

La lámina de riego (Lr) (m) se calculó multiplicando la Etr por el porcentaje de cada tratamiento para obtener la lámina correspondiente.

$$T1Lr = 65 \% * Etr$$

$$T2Lr = 80 \% * Etr$$

$$T3Lr = 95 \% * Etr$$

El volumen de agua (lts) a aplicar por tratamiento se obtuvo multiplicando la lámina de riego por el área:

$$Vol = Lr * A$$

Para obtener el No. de goteros por línea se dividió el largo de la cintilla entre el distanciamiento de goteros:

$$\text{No. de goteros} = \frac{15 \text{ mts}}{0.20 \text{ mts}} = 75 \text{ goteros}$$

Después se multiplico el Q de cada gotero por el No. de goteros para obtener el gasto por línea.

$$\text{Gasto por línea} = 1.01 \text{ lph} * 75 = 75.75 \text{ lph}$$

El tiempo de riego T_r se calculó dividiendo el volumen de agua entre el gasto por línea.

$$T_r = Vol / \text{Gasto por línea}$$



Figura 6. Sistema de riego por goteo. UAAAN-UL, 2021.

3.4.6. Fertilización

Se realizaron tres aplicaciones de solución nutritiva Steiner (fertirrigación), dependiendo del estado de desarrollo de la planta en las fechas 22 de abril, 30 de abril y 4 de junio del 2021 (Figura 7). En el Cuadro 2 se puede observar los fertilizantes utilizados, así como la cantidad aplicada.

Cuadro 2. Fertilizantes y cantidad utilizada para la preparación de la solución Steirner. UAAAN-UL, 2021.

Solución	Fertilizantes	Cantidad
Solución nutritiva Steiner	Nitrato de calcio	29 gr en 100 litros de agua
	Nitrato de potasio	91 gr en 100 litros de agua
	Nitrato de magnesio	31 gr en 100 litros de agua
	Sulfato de magnesio	27 gr en 100 litros de agua
	Ácido fosfórico	8 ml en 100 litros de agua



Figura 7. Aplicación de solución Steiner.

3.4.7. Control de plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: Pulgón (*Aphis goosypi* Sulz), el minador de la hoja (*Linomyza* sp.) y la mosquita blanca, los cuales fueron controlados con insecticidas químicos. En el cuadro 3, se presenta el insecticida utilizado, así como la dosis aplicada.

Cuadro 3. Insecticida químico utilizado, UAAAN-UL,2021

Insecticida químico	Dosis
Imidacloprid	300 ml en 200 litros de agua

La única enfermedad que se presentó al final del cultivo fue la Antracnosis (*Colletotrichom* spp.) la cual se controló con la aplicación de un fungicida a base de azufre elemental (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fungicida químico utilizado, UAAAN-UL, 2021.

Fungicida químico	Dosis
Velsur 725	250 ml en 100 litros de agua

3.4.8. Cosecha

La cosecha se realizó semanalmente cuando el 40% de los frutos por planta presentaban cierto grado de madurez por genotipo y la forma de identificar un fruto maduro fue a través de simple observación de la coloración según correspondiera (Figura 8, 9 y 10).



Figura 8. Chile huacle maduro listos para la cosecha, UAAAN U-L, 2021.



Figura 9. Chile huacle cosechado en los diferentes tratamientos, UAAAN-UL, 2021.



Figura 10. Cosecha por parcela útil, UAAAN-UL,2021.

3.5. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), numero de hojas, peso de fruto verde (gr), peso de fruto seco (gr), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm) y rendimiento (ton/ha).

3.6. Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

En altura de planta no se encontró diferencia entre las láminas de riego Cuadro 5. Presentándose alturas de planta de 42.02 a 46.17 cm, por lo cual no se vio afectada por las láminas de riego aplicadas. Altura de planta menor a la reportada por Pérez-Gutierrez *et al.*, (2008), que con una lámina de riego del 80 % de ETr, obtuvo una altura de 73.33 cm.

4.2. Número de hojas

En número de hojas las láminas de riego de 47 y 56 cm, presentaron resultados similares, sin embargo, la lamina de riego de 56 cm fue diferente a la lámina de riego de 38 cm. Las láminas de riego de 38 y 47 cm fueron similares Cuadro 5. Observándose una tendencia a incrementarse al aplicar mayor lamina de riego. Resultados similares a los reportados por Langlé, (2011), de 230.75 hojas fueron obtenidos al aplicar el 95% de ETr.

Cuadro 5. Altura de planta (cm) y Número de hojas de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.

Lámina de riego (cm)	Altura de planta (cm)	Número de hojas
38	43.05	152.25 b
47	42.02	200.08 ab
56	46.17	232.42 a

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. DMS $\alpha=0.05$.

4.3. Longitud de fruto

La longitud de fruto fue similar en las láminas de riego de 47 y 56 cm. La menor longitud de fruto se presentó al aplicar una lámina de riego de 38 cm. Al igual que para número de hojas la longitud de fruto se incrementó al aplicar una mayor

lámina de riego (Cuadro 6). Longitud de frutos inferiores a los obtenidos por San Juan *et al.*, (2019), de una longitud de fruto de 7.10 cm.

4.4. Diámetro de fruto

Al igual que en número de hojas y longitud de fruto el diámetro de fruto fue mayor al aplicar las láminas de riego de 47 y 56 cm. Sin embargo, la lámina de riego de 56 cm fue superior a la lámina de riego de 38 cm (Cuadro 6). Similar tendencia a la observada para número de hojas y longitud de fruto que se incrementa al aplicar mayor lámina de riego. Similar diámetro de fruto reporta San Juan *et al.*, (2019), que obtuvo frutos con un diámetro de 4.21 cm.

Cuadro 6. Longitud de fruto (cm) y diámetro de fruto (mm) de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.

Lámina de riego (cm)	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)
38	5.31 b	3.77 b
47	5.49 ab	4.25 ab
56	5.82 a	4.40 a

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. DMS $\alpha=0.05$.

4.5. Rendimiento

En rendimiento en verde y seco el análisis estadístico no detectó diferencia entre las láminas de riego aplicadas (Cuadro 7). El rendimiento en verde y seco fue estadísticamente igual bajo las diferentes láminas de riego aplicadas. Rendimiento ligeramente superior al reportado por López *et al.*, (2016) que obtuvo un rendimiento de 0.20 ton/ha.

Cuadro 7. Rendimiento Ha verde (Ton/ha) y rendimiento Ha seco (Ton/ha) de chile huacle bajo diferentes láminas de riego. UAAAN-UL, 2021.

Lámina de riego (cm)	Rendimiento Ha Verde (Ton/ha)	Rendimiento Ha Seco (Ton/ha)
38	0.73	0.25
47	0.68	0.23
56	0.91	0.26

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. DMS $\alpha=0.05$.

V. CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se concluye:

El chile huacle (*Capsicum annuum L.*) presenta buena adaptabilidad a las condiciones de la Comarca Lagunera por lo cual es factible su producción en la región.

El rendimiento en verde y seco no se vio afectado por las diferentes láminas de riego aplicadas.

VI. LITERATURA CITADA

- Agroinsumos El Field. (2020). Cenicilla en cultivo de chile. Obtenido de <https://www.elfield.com.mx/blog/cenicilla-en-cultivo-de-chile>
- AgroquímicosArca. (2020). Virus Huateco del Chile (PHV). Obtenido de <https://www.agroquimicosarca.com/post/virus-huasteco-del-chile-phv>
- Alfonso, V. R. (2020). Metabolómica y cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) de la Península. Guadalajara, Jalisco: CIATEJ. Primera edición .
- Antonio, J. (2018). Guía para protegerse y prevenir la terrible antracnosis. Obtenido de Agromática: <https://www.agromatica.es/protegete-de-la-terrible-antacnosis/>
- Avendaño, C. T. (2016). Sistematización de la experiencia: Ferias Estatales de Agrobiodiversidad 2011-2015. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/PROFORCO/13-Teresa-Avendaño-Memorias-ferias-agrobiodiversidad.pdf>
- Avendaño, M. F. (2017). Efectividad biológica de insecticidas para el manejo de la resistencia del picudo del chile. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias* , 16. Vol. 6, Núm. 11 .
- Azpilcueta, P. M., Pedroza, S. A., Sánchez, C. I., Salcedo, J. M., & Trejo, C. R. (2017). Chemical quality of water in an agricultural area of fodder maize (*Zea mays* L.) in the Comarca Lagunera, Mexico. *Rev. Int. Contam. Ambient* vol.33 no.1.
- Barranco, R. T. (2016). Caracterización fenotípica de chile Huacle (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de agricultura orgánica y agricultura convencional en invernadero.
- Barrios, D. B. (2016). Control Alternativo de Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en chile serrano (*Capsicum annum* L.). *Entología mexicana*, 146-152.
- Castilla, L. L. (2018). Diversidad Genética y Variación Morfológica de Ecotipos de Chile (*Capsicum* spp.) Nativos del Estado. Obtenido de itconkal.edu.mx:

https://www.itconkal.edu.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2016-2018/Lucer0%20del%20Carmen%20L%C3%B3pez%20Castilla.pdf

Centro Universitario UAEM. (2019). La Producción de Chile en México. Obtenido de http://148.215.1.182/bitstream/handle/20.50011799/108268/secme-3276_1.pdf?sequence=1

Chavarro, C. E., Valdovinos, P. G., Gómez, R. O., Nava, D. C., Aguilar, R. V., & Valadez, M. E. (2017). Response of the Huacle chili pepper line 35-3 (*Capsicum annuum*) to two population of *Nacobbus aberrans*. *Nematropica*. Vol. 47, No. 1, 74-85.

Comida Mexicana, Gastronomía. (2016). El chilhuacle: patrimonio en peligro de extinción. Obtenido de Chef San Son: <http://www.chefsanson.com/index.php/2016/10/20/el-chilhuacle-patrimonio-en-peligro-de-extincion/>

Cortés, P. P. (2020). México, centro de origen y distribución del chile. Obtenido de <https://www.uv.mx/noticias/mexico-centro-de-origen-y-distribucion-del-chile/>

Cuevas, J. A. (2018). Cultivo Hidropónico de Chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) con Diferentes Concentraciones de Amonio en el Municipio de Tenancingo, Estado de México. Obtenido de Centro Universitario UAEM Tenancingo: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94618/TESIS%20ANTONIO%20CUEVAS.pdf;jsessionid=EE521EF5083F966D5BBD85C84171FF17?sequence=3>

Del Castillo, R. (2019). Chile huacle: orgullo oaxaqueño. Obtenido de Gourmet de México: <https://gourmetdemexico.com.mx/comida-y-cultura/chile-huacle-orgullo-oaxaqueño/>

FAOSTAT. (2020). Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

García, A. J. (2019). Daño de *Liriomyza trifolii* (Diptera: agromyzidae) en génotipos de chile soledad (*Capsicum annuum* L.). *Entomología Agrícola* .

- García, G. D., García, M. O., & Carapia, R. V. (2015). Especies de Moscas Blancas (Hemiptera: Aleyrodidae), Asociadas a Cultivos y Arvenses en el Norte de Veracruz, México . *Entomología Mexicana*, Vol.2, 552-557.
- García, G. V., Gómez, M. F., Trejo, T. L., Baca, C. G., & García, M. S. (2017). The Chilhuacle Chili (*Capsicum annum* L.) in Mexico: Description of the Variety, Its Cultivation, and Uses. *International Journal of Aronomy*.
- Guevara, R. G., Pons, J. L., Torres, I., & González, M. M. (2018). *Manual practico para el cultivo de chile*. España: Mundi-Prensa.
- Hernández, G. (2018). *sdpnoticias*. Obtenido de <https://www.sdpnoticias.com/local/oaxaca/extincion-peligro-huacle-mole.html>
- Hernández, S. E. (2016). *Manual para la producción de chile manzano en el Valle del Mezquital*. Obtenido de <https://www.uttt.edu.mx/publicaciones/Manual%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20manzano%20en%20el%20Vallr%20del%20mezquital.pdf>
- Infoagro. (2016). *Picudo del chile: Anthonomus eugenii*. Obtenido de [https://mexico.infoagro.com/picudo-del-chile-anthonomus-eugenii/#:~:text=El%20picudo%20del%20chile%2C%20tambi%C3%A9n,del%20orden%20de%202060%2C000%20especies\).&text=eugenii%20es%20originaria%20de%20M%C3%A9xico,productoras%20de%20chile%20de%20M%C3%A9xico](https://mexico.infoagro.com/picudo-del-chile-anthonomus-eugenii/#:~:text=El%20picudo%20del%20chile%2C%20tambi%C3%A9n,del%20orden%20de%202060%2C000%20especies).&text=eugenii%20es%20originaria%20de%20M%C3%A9xico,productoras%20de%20chile%20de%20M%C3%A9xico)
- Infoagro. (2019). *Características de la Araña Roja (Tetranychus urticae)*. Obtenido de Infoagro: <https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-de-la-arana-roja-tetranychus-urticae/>
- INIFAP. (Enero de 2015). *Revista de Agroproductividad* . Obtenido de <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/636/506>

- INTAGRI. (Junio de 2019). Manejo Integrado de Pulgones en Hortalizas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-pulgones-en-hortalizas>
- INTAGRI. (2020). Cultivo de chile en México. INTAGRI.
- Landero, V. N., Lara, V. F., Aguilar, P. L., Andrade, H. P., & Aguado, R. G. (2016). Alternativas para el control de *Colletotrichum* spp. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 7. no. 5.
- Langlé, A. L. (2011). Respuesta de chile huacle (*Capsicum* spp.) a diferentes densidades de plantacion y poda bajo manejo intensivo en invernadero . IPN.
- Linares, R., Serrano, R., & De León, A. (2018). Guía técnica del cultivo de chile dulce. centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal "Enrique Álvarez Córdova", 3-5.
- López, A. J., & Díaz, V. T. (2015). Evapotranspiracion y coeficientes de cultivo de chile bell en el Valle de Culiacán, México. *Terra Latinoam*. Vol. 33. No. 3.
- López, L. P., & Pérez, B. D. (2015). El chile huacle (*Capsicum annuum* sp) en el estado de Oaxaca, México. *Agroproductividad*.
- López, L. P., Hernadez, R. R., & Mosqueda, B. E. (2016). Impacto economico del chile huacle (*Capsicum annuum* L) en el estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agronegocios*.
- Lorenzo, C. D. (Diciembre de 2016). Rendimiento y Calidad del Chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) Bajo condicones de producción orgánica en casa sombra y campo abierto. Obtenido de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8319/D_AVID%20LORENZO%20CONCEPCION.pdf?sequence?=1&isAllowed=y
- Marcial, S. L. (Junio de 2016). Crecimiento y produccion de chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo tres fecgas de siembra en la Comarca Lagunera. Obtenido de <http://respositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42383/>

TESIS-CHILE%20HABANERO-

LUCIA%20MARCIAL%20SALVADOR%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moctezuma, G. T. (10 de Julio de 2019). Etnobotánica y caracterización del chile jalapeño criollo (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.) en la región centro de Veracruz. Obtenido de https://www.uv.mx/met/files/2019/10/Thania_Francely_Gaspar_Moctezuma.pdf

Pérez, C. E., Carrillo, J. E., Chávez, J. L., & Perales, C. (2017). Diagnóstico de síntomas y patógenos asociados con marchitez del chile en Valles Centrales de Oaxaca . Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.

Pérez-Gutiérrez, A., Pineda-Doporto, A., Latournerie-Moreno, L., & Pam-Pech, W. (2008). Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. Terra Latinoamericana, 53-59.

Ramírez, d. I. (21 de Junio de 2016). Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del Acuífero Principal-Región Lagunera, clave 0523, en el Estado de Coahuila de Zaragoza, Región Hidrológico-Administrativa Cuenca Centr. del Nor. Obtenido de SEGOB. Diario Oficial de la Federación: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5441871&fecha=21/06/2016

Retes, J. E., Hernández, S., Melgosa, C. M., Pacheco, A., Parra, S., & Garzón, J. A. (27 de Junio de 2016). Detección de Resistencia al Virus Husteco Vena Amarilla del Chile y su Heredabilidad en Genotipos. Obtenido de https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/541-C-RETES-MANJARREZ-41_8.pdf

Reyes, C. (2017). Picudo del chile - *Anthonomus eugenii*. Panorama Agro.com.

Robledo, G. P. (Junio de 2019). Respuesta de chiles silvestres y domesticados (*Capsicum* spp.) a la pudrición de raíz por *Phytophthora capsici* en presencia del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*) . Obtenido de Centro de

Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes:
<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1770/438167.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, B. I., & Ramírez, S. M. (2020). Metabólomica y cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) de la Península . Estado de Jalisco: CIATEJ.

Rodríguez, C. T. (Abril de 2018). Efecto de la aplicación de H₂O₂ sobre la hórmesis de chile (*Capsicum annum* L.) cultivado bajo estrés hídrico. Obtenido de <http://ri-ng-uaq.mx/bitstream/123456789/1325/1/RI007784.pdf>

SADER, & SENASICA. (2020). Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Obtenido de Ficha Técnica, Mosquita blanca : <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquit>

San Juan, M. J., Aquino, B. T., Ortiz, H. Y., & Cruz, I. S. (2019). Características de fruto y semilla de chile huacle (*Capsicum annum* L.) producido en hidroponia. *Idesia* Vol.37.

San Juan, M. J., Ortiz, H. Y., Ortiz, H. F., & López, C. J. (2018). Desempeño ex situ de dos chile nativos de Oaxaca. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 21-26.

San Juan, Martínez Jair. (Abril de 2018). Germinación, crecimiento y desarrollo de dos chiles nativos (*Capsicum annum* L.) de Oaxaca bajo invernadero. Obtenido de http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/356/1/San%20Juan%20Mart%C3ADnez%2C%202018.pdf

Seminis. (31 de Julio de 2019). Conoce y controla las tres enfermedades más comunes en los chiles jalapeños. Obtenido de [Seminis.mx: https://www.seminis.mx/conoce-y-controla-las-tres-enfermedades-mas-comunes-en-los-chiles-jalapenos/](https://www.seminis.mx/conoce-y-controla-las-tres-enfermedades-mas-comunes-en-los-chiles-jalapenos/)

Soto, S. (2018). Principales enfermedades que afectan el pimiento en Chile. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) / Ministerio de Agricultura : <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6653/NR40855.pdf?sequence=1>

TOPTEN Blog. (19 de Septiembre de 2018). Se extingue el chile huacle, Adiós mole negro. Obtenido de TOPTEN Blog: <https://www.toptencancun.com/blog/post/5olt6XP2UwkOE4Al2ysiAe/se-extingue-el-chile-huacle-mole-negro>

Urbina, S. E., Cuevas, J. A., Reyes, A. J., Alejo, S. G., Valdez, A. L., & Vázquez, G. L. (2020). Solución Nutritiva Adicionada con NH₄⁺ Para Producción Hidropónica de Chile Huacle (*Capsicum annum* L.). Revista Fitotecnia Mexicana.

Urrutia, A. I. (Diciembre de 2015). Expresión diferencial de genes en plantas de chile (*Capsicum annum* L.) ingertadas sobre un patrón resistente a *Phytophthora capsici* Leo. Obtenido de <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/786/1/RI003326.pdf>

Vera, G. A., Aquino, B. E., Heredia, G. E., Carrillo, R. J., Hernández, D. S., & Chávez, S. J. (23 de Agosto de 2017). Flavonoid and Capsaicinoid Contents and Consumption of Mexican Chili Pepper (*Capsicum annum* L.) Landraces. Obtenido de <https://www.intechopen.com/books/flavonoids-from-biosynthesis-to-human-health/flavonoid-and-capsaicinoid-contents-and-consumption-of-mexican-chili-pepper-capsicum-annuum-l-landra>