

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**Estudio de la fenología de chile silvestre (*Capsicum annum* Var.
glabriusculum) en su ambiente natural**

Presenta:

Emanuel Bojórquez Pacheco

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:

Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas

Xalisco, Nayarit, julio del 2017

Xalisco, Nayarit., 12 de julio de 2017

DR. J. DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO (CBAP)
P R E S E N T E

Los suscritos integrantes del Cuerpo Tutorial para asesorar la Tesis titulada: Estudio de la fenología de chile silvestre (*Capsicum annuum* Var. *glabriusculum*) en su ambiente natural, que presenta el C. Emanuel Bojórquez Pacheco con opción terminal en Ciencias Agrícolas para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para la obtención de su grado.

Sin otro asunto que tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE




Dr. Alberto Madueño Molina
Director



Dr. José Irán Bojórquez Serrano
Co-director



Dr. Juan Diego García Paredes
Asesor



Dr. Álvaro Can Chulim
Asesor



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/118/17.

Xalisco, Nayarit; 13 de julio de 2017.

ING. JOSÉ ERNESTO VILLANUEVA TREJO
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Con base al oficio de fecha 12 de julio del presente, enviado por los CC. Dr. Alberto Madueño Molina, Dr. José Irán Bojórquez Serrano, Dr. Juan Diego García Paredes y Dr. Álvaro Can Chulim, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza al C. Emanuel Bojórquez Pacheco, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado del Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Agrícolas.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado



C.c.p.- Expediente

&me/m

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado durante la realización de este proyecto.

Al programa de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, por el apoyo académico.

A mi director de tesis, Dr. Alberto Madueño Molina, por sus conocimientos invaluableles al llevar a cabo esta investigación.

A mi Co-director Dr. José Irán Bojórquez Serrano y asesores de tesis Dr. Álvaro Can Chulim, y Dr. Juan Diego García Paredes por brindarme parte de su tiempo y valiosas contribuciones a este trabajo.

A mis padres por darme la fuerza y el valor de seguir adelante.

Agradezco a mi esposa Lizeth quien ha estado a mi lado en esta gran aventura y me ha dado la fuerza de seguir adelante.

Agradezco a las personas involucradas que hacen posible el conocimiento dentro de las aulas. A mis compañeros y amigos de generación por todos los buenos y malos momentos que pasamos juntos, a todos aquellos que compartieron sus conocimientos.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vii |
| ÍNDICE DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS | viii |
| RESUMEN..... | 1 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 1.1 Objetivo general..... | 7 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 7 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 8 |
| 2.1 Localización y descripción del área de estudio..... | 8 |
| 2.2 Selección de sitios..... | 9 |
| 2.3 Características del suelo..... | 10 |
| 2.4 Variables climáticas..... | 10 |
| 2.5 Vegetación asociada..... | 11 |
| 2.6 Variables fenológicas..... | 11 |
| 2.7 Análisis de datos..... | 12 |
| 2.8 Relación de variables fenológicas y meteorológicas..... | 12 |
| III. RESULTADOS..... | 13 |
| 3.1 Climatología del área de estudio..... | 13 |
| 3.2 Meteorología del área de estudio..... | 14 |
| 3.3 Suelos de los sitios en estudio..... | 15 |
| 3.4 Flora asociada a los sitios de muestreo..... | 18 |
| 3.5 Brotación vegetativa y reproductiva..... | 22 |
| 3.6 Brotación vegetativa..... | 23 |
| 3.7 Desarrollo reproductivo..... | 24 |
| 3.8 Etapas fenológicas del chile silvestre..... | 25 |
| 3.9 Relación de las etapas fenológicas con las variables meteorológicas..... | 27 |
| 3.9.1 Desarrollo vegetativo..... | 28 |
| 3.9.2 Floración..... | 28 |
| 3.9.3 Fructificación..... | 28 |
| 3.9.4 Maduración..... | 28 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 30 |
| V. CONCLUSIONES..... | 33 |
| VI. LITERATURA CITADA..... | 33 |

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de suelos.

Cuadro 2. Propiedades de suelos de los 4 sitios en estudio, Mocorito, Sinaloa, México.

Cuadro 3. Especies arbóreas asociadas a poblaciones de chile silvestre en la zona en estudio Mocorito, Sinaloa, México.

Cuadro 4. Valores medios de las variables fenológicas por sitios de muestreo en plantas de chile silvestre *Capsicum annum* Var. *glabrusculum* procedentes de cuatro sitios de muestreo de la zona norte de Sinaloa.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de sitios de muestreo, Mocorito, Sinaloa, México.

Figura 2. Climograma del periodo 1985-2010, estación Mocorito, Sinaloa, México.

Figura 3. Meteorología del periodo vegetativo y reproductivo de chile silvestre *C. annum* Var. *Glabriusculum*, año 2015. Mocorito, Sinaloa, México.

Figura 4. Perfiles de suelos en cada uno de los Sitios: a) Los Callejones, b) Corral Falso, c) Cuesta la Mula, d) La Mora Gacha.

Figura 5. Comportamiento de las etapas fenológicas del chile silvestre *Capsicum annum* Var. *glabriusculum* en el periodo de estudio, Mocorito, Sinaloa, México.

Figura 5. Mapa fenológico del chile silvestre (*Capsicum annum* Var. *glabriusculum*). Mocorito, Sinaloa, México.

ÍNDICE DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Ap: Altura de planta

Nb: Número de brotes

Lb: Longitud de brotes

Nh: Número de hojas

Bf: Botones florales

N flor: Número de flores

N frut: Número de frutos

Frut-mad: Frutos maduros

RESUMEN

Este estudio refiere la fenología de cuatro poblaciones de chile silvestre en la zona serrana del municipio de Mocorito, Sinaloa, con la finalidad de generar información que ayude a la conservación, dar mejor manejo a la planta y poder domesticarla. Se seleccionaron cuatro sitios diferentes en altitud, tipo de suelo y vegetación asociada. Se llevó a cabo en los meses de junio-noviembre del año 2015, donde se hicieron observaciones fenológicas durante el desarrollo vegetativo y reproductivo.

La altitud de los sitios seleccionados estuvo entre los 226 msnm y 360 msnm. Se realizó un análisis de las condiciones meteorológicas encontrando que las temperaturas máximas oscilaron de 30 a 40 °C y las mínimas entre 20 y 28 °C con una media general de 30.6 °C. Los tipos de suelos encontrados fueron Vertisol, Fluvisol, Leptosol y Feozem. Del análisis de vegetación asociada se obtuvo que el Mauto, Güinolo, Huizache y el Brasil son los árboles que más asociación tienen con el chile chiltepin.

La etapa fenológica inicio de brotación se presentó el 20 de junio, el desarrollo vegetativo duro 30 días, la floración se presentó a los 45 días a partir del inicio de la brotación, la fructificación a los 60 días y la maduración del fruto a los 70 días después del inicio de brotación y la caída del fruto a los 90 días. Se realizó un análisis de varianza con las variables medidas y se obtuvo que no hay diferencias significativas esto debido a la plasticidad que presentan las plantas de chile chiltepin silvestre en las condiciones adversas en las que se desarrollan.

I. INTRODUCCIÓN

El chile silvestre (*Capsicum annum* Var. *glabriusculum*), conocido comúnmente como "chile chiltepin" se distribuye desde el sur de los Estados Unidos, hasta Perú. En México, las poblaciones de *C. annum* silvestre se encuentran bajo los árboles de la selva baja caducifolia, a orillas de los caminos y alrededor de campos cultivados (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999).

Hernández *et al.* (2010), mencionan que las plantas son perennes, herbáceas o trepadoras que pueden alcanzar hasta 4 m de altura y se reproducen por semilla; tienen frutos pequeños en forma de baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro y crece en posición eréctil; son de color rojo y pungentes, generalmente son consumidos y dispersados por las aves.

En estado inmaduro el fruto es de color verde oscuro, debido a la alta concentración de clorofila; sin embargo, al madurar se torna de color rojo, causado por una alta cantidad de pigmentos rojos conocidos como licopersinas (Hernández *et al.*, 1999).

Las plantas de chiltepin alcanzan su madurez reproductiva entre los seis y diez meses de edad; la floración comienza durante los meses de mayo y perdura hasta el mes de agosto, la fructificación es de junio a octubre (Gentry, 1942; Nabhan, 1985; Nabhan *et al.*, 1990).

La clasificación como *Capsicum annum* L. variedad *glabriusculum*, ha sido causa de múltiples controversias entre los taxónomos, quienes han dado a esta variedad distintos nombres, como los enlista Long en 1998: *minus*, *baccatum*, *minimum*, *aviculare* y variedad *glabriusculum*.

En México este chile ha recibido una diversidad de nombre comunes dependiendo de la región del país chiltepin, chile piquín, chiltepec, chiltepillo, chilpaya, chile de monte, chile parado, pájaro pequeño, amomo, pico de paloma, pico de pájaro, chile de Chiapas, ululte, totocuitlatl, chile mosquito, tlilchilli, mlchilli y diente de tlacuache (Long, 1998).

La propagación del chile chiltepin está en función de algunas aves que se alimentan del colorido fruto y que al pasar por su tracto digestivo los ácidos desgastan la cutícula de las semillas y favorecen su germinación (Lizarde *et al.*, 2011).

En condiciones experimentales se ha encontrado que los tratamientos con ácido giberélico, temperaturas fluctuantes e hidrotérma, aumentan significativamente la germinación de esta semilla (57% aproximadamente) muy por encima al que existe de manera natural (Hernández *et al.*, 2010; García *et al.*, 2010; Lizarde *et al.*, 2011).

López *et al.* (2013), al evaluar el efecto de un gradiente de altitud y temperatura, en la germinación de semillas de chile piquín (*Capsicum annuum*) originarias de los estados de Chiapas, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Villahermosa y Yucatán, encontraron que las zonas a 350 msnm y temperaturas altas (35°C) favorecen la germinación.

Los chiles son especies vegetales que tienen una gran trascendencia en la cultura e identidad del pueblo de México. El chiltepin no es la excepción, sus frutos no sólo le dan sabor a los alimentos, sino que son parte de la medicina tradicional de los pueblos que están cerca de plantaciones silvestres. La recolección de estos frutos es una actividad económica que a su vez influye en las costumbres, hábitos, creencias,

conductas, valores morales y formas de pensar de la sociedad (Bañuelos *et al.*, 2008).

Existen pocas regiones en el planeta donde las condiciones ambientales son favorables para todas las funciones de las plantas; es frecuente que a lo largo del año se produzcan fluctuaciones estacionales en las variables climáticas y por lo mismo en la disponibilidad de los recursos, lo que obliga a las plantas a crear mecanismos adaptativos de cambio estacional en morfología y fisiología para poder sobrevivir (Hernández *et al.*, 1999); el estudio de estos mecanismos está fuertemente ligado a la fenología, la cual ha sido definida formalmente como el estudio de la secuencia temporal de eventos biológicos recurrentes, con la finalidad de interpretar las causas bióticas y abióticas (Montenegro *et al.*, 1999). En forma más simple se puede decir que la fenología es "una lectura del pulso de la vida" (Bradley *et al.*, 1999).

Según Lorente *et al.* (2004), la fenología y fisiología de las especies está vinculada a un nivel térmico, grado de humedad y radiación.

La repetición sincronizada con el clima de los eventos fenológicos, tales como floración y fructificación, es frecuentemente utilizada para definir las secuencias estacionales (Bradley *et al.*, 1999). La estacionalidad se refiere tanto a los cambios regulares que se presentan en el ambiente, como en las respuestas biológicas condicionadas por esos cambios, de tal forma que podemos entender las estaciones como un integrador natural (Battey, 2000).

Los cambios en el ambiente ejercen diferentes presiones en las plantas e influyen en forma única en el desarrollo de cada una de las especies, dando como resultado diversas formas de crecimiento, las cuales deben ser interpretadas como caminos distintos que han seguido las plantas para adaptarse a un determinado ambiente (Montenegro *et al.*, 1999). No obstante, es posible identificar diferentes grupos funcionales de plantas que responden de manera similar a los cambios ambientales, aunque presentan diferencias con otros grupos, de tal manera que podemos encontrar especies cuya floración u otra fenofase está controlada por la temperatura, otras plantas donde el fotoperiodo es determinante, e incluso algunas especies donde la disponibilidad de agua sea el factor que desencadene un determinado evento fenológico.

En cuanto a las regiones tropicales y subtropicales, se sabe que la mayoría de las plantas producen hojas, flores y frutos en periodos específicos, más que en forma continua, lo cual sugiere que los cambios fenológicos representan adaptaciones a factores bióticos y abióticos (Van Schaik, 1993).

En el transcurso de la historia, el hombre ha utilizado su conocimiento sobre los eventos fenológicos en la agricultura en la antigüedad como en la época actual, resultado de valiosas contribuciones (Villalpando y Ruiz, 1993).

Los eventos comúnmente observados en cultivos agrícolas y hortícolas son: siembra, germinación, emergencia (inicio), floración (primera, completa y última) y cosecha, eventos adicionales observados en ciertos cultivos específicos incluyen: presencia de

yema, aparición de hojas, maduración de frutos y caída de hojas, para varios árboles frutales (Villalpando y Ruiz, 1993).

La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación, se debe considerar que un cultivo puede no desarrollar todas sus fases fenológicas, si crece en condiciones climatológicas diferentes a su región de origen (Ruiz, 1991).

Las observaciones fenológicas han sido de gran utilidad en la agricultura, por ejemplo la programación de fechas de siembra o ciclos de cultivo, el pronóstico de fechas de cosecha, de coeficientes de evapotranspiración de cultivos y de plagas y enfermedades. Asimismo, para determinar el desarrollo esperado en diferentes localidades, el desarrollo esperado en diferentes fechas de siembra o inicio del ciclo de cultivo y el desarrollo esperado de diferentes genotipos (Neill y Seeley, 1977).

Las poblaciones de chile silvestre son un recurso valioso para las personas que viven en el pie de la Sierra madre Occidental de esta región de México, ya que forman parte de su cultura y tradiciones, además de que con la venta de estos frutos obtienen ingresos económicos. Hasta el momento no se cuenta con un estudio sobre fenología de chile silvestre, lo cual ayudaría a planear prácticas de manejo y tomar decisiones para mejorar su producción y la conservación de la especie.

Con este trabajo se generará información sobre el desarrollo de chile silvestre en su ambiente natural, el resultado ofrecerá conocimiento que permita tomar decisiones respecto a prácticas de manejo.

1.1 Objetivo general

Estudiar la fenología de la planta de chile silvestre (*Capsicum annuum* Var. *glabriusculum*) bajo condiciones naturales en cuatro tipos de suelos diferentes.

1.2 Objetivos específicos

- Definir el clima de la región y la meteorología del periodo en estudio
- Caracterizar los suelos de los sitios en estudio
- Identificar la vegetación asociada a los chiles silvestres
- Medir las variables fenológicas de las plantas de chile silvestre
- Relacionar la fenología del chile silvestre con las variables meteorológicas

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización y descripción del área de estudio

El área de estudio se ubicó en el municipio de Mocorito, Sinaloa, México, en las inmediaciones de la Sierra Madre Occidental. Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo dentro del ejido El Potrero de los Gastélum, en un área de 85 km², se tomaron coordenadas en grados, minutos y segundos (GMS), el primer sitio seleccionado se etiquetó con el nombre Los Callejones (sitio 1) entre las coordenadas 25°34'58.90" Latitud N y 107°41'45.13" Longitud O y una altura de 226.5 msnm, el segundo sitio denominado Corral Falso (sitio 2) se ubicó entre las coordenadas 25°36'4.83" de Latitud N y 107°42'9.08" Longitud W a una altura de 222.3 msnm, el tercer sitio denominado Cuesta la Mula (sitio 3) entre las coordenadas 25°37'39.60" Latitud N y 107°41'46.42" Longitud O a una altura de 282.0 msnm, y por último un cuarto sitio La Mora Gacha (sitio 4) en coordenadas 25°39'0.38" Latitud N y 107°40'25.48" Longitud O a una altura de 359.9 msnm (Figura 1).

La región en estudio presenta un clima Cálido subhúmedo, lluvioso con temporada de sequía bien marcada. Cuenta con una temperatura media anual de 24.2°C, precipitación media de 697.1 mm, precipitación máxima de 1101.2 y mínima de 523.5 mm. La vegetación es selva baja caducifolia; los suelos son del Cenozoico Medio Superior y del Mesozoico. Predomina el suelo vertisol y en menor medida el feozem. Respecto a su hidrología, se encuentra asociada a un arroyo llamado El Arroyo

Grande que a 5 km se conecta con el río La Huerta y que finalmente llega a la presa Eustaquio Buelna en el municipio de Salvador Alvarado.

2.2 Selección de sitios

Para analizar la fenología del chile silvestre se seleccionaron cuatro sitios, con los siguientes criterios:

- Tener al menos 10 plantas de chile silvestre en un área de 10,000 m².
- Que no tenga alta influencia de ganado ni factores antropogénicos al área en estudio
- Accesibilidad



Figura 1. Localización de sitios de muestreo, Mocorito, Sinaloa, México.

2.3 Características del suelo

En cada sitio seleccionado se realizó un perfil de suelo de acuerdo con datos de campo como son, la identificación del perfil, coordenadas, fecha de levantamiento, altitud, pendiente, relieve, pedregosidad, afloramientos rocosos, división y espesor de horizontes (cm), estructura del suelo, color, consistencia y textura (FAO, 2009). Cada una de las muestras fueron analizadas en el laboratorio (pH, CE, textura, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica) tomando en cuenta la metodología de la Norma Oficial Mexicana-021 (Semarnat, 2001). Con los datos colectados y analizados se realizó la Clasificación de perfiles de suelo que se llevó a cabo siguiendo la metodología de la WRB (2014).

Se estimaron las propiedades hidrofísicas de los perfiles de suelos descritos mediante el uso de la calculadora digital (<http://www.drcaalderonlabs.com/Software/Calculador%20Textural.htm>).

2.4 Variables climáticas

Para el análisis de las variables climáticas se tomó en cuenta la estación agroclimática más cercana al sitio de estudio (Estación Mocerito clave 25064) (CONAGUA, 2014). Se tomaron los valores medios de cada variable para realizar un climograma de un periodo de tiempo de 25 años.

Para el periodo en estudio de las poblaciones de chiles silvestre, del 20 de junio al 10 de noviembre del 2015 se tuvieron datos diarios de la estación más cercana (Mocerito 25064) (CONAGUA, 2015) y se graficaron en Excel la precipitación, temperatura máxima y mínima.

2.5 Vegetación asociada

Se elaboró un inventario de plantas arbóreas asociadas a las poblaciones de Chile silvestre en cada uno de los sitios de estudio. Por conocimiento empírico se determinó el nombre común de cada planta y en inventarios digitales se identificó el nombre científico de cada una de las especies (<http://www.theplantlist.org> consultado: septiembre 2015; De Pascual Pola, 2012).

2.6 Variables fenológicas

Se tomaron 10 plantas por cada sitio, una vez seleccionadas se etiquetaron con listones y marcador permanente para su ubicación, se realizaron visitas y recolección de datos cada cinco días. Las variables estudiadas fueron:

1. **Inicio de primeros brotes:** se realizó el monitoreo a partir del 20 de junio del 2015 a principio del temporal de lluvias, para observar sus primeros brotes.
2. **Número de brotes por planta:** se hizo un conteo visual de los brotes de cada planta.
3. **Número de botones florales por brote:** se tomaron tres brotes representativos de la planta y se determinó la media, a su vez fue multiplicada por el número de brotes de la planta y se obtuvo la cantidad de botones por cada planta.
4. **Longitud de brote:** se midió la longitud de tres brotes representativos de cada planta en todos los sitios, se hizo con una cinta métrica, desde la base del brote hasta el cogollo de las últimas hojas.

5. **Numero de hojas por brote:** se realizó un conteo de hojas en los tres brotes de cada planta y para cada sitio. Para ello se tomó en cuenta la primera hoja desde la base del tallo hasta la última hoja bien desarrollada.
6. **Días a floración:** se registró la fecha en que empezó el rebrote de la planta y se contabilizó periódicamente hasta que se presentó el 50 % de floración.
7. **Días a fructificación:** se contabilizaron los días a partir de la floración hasta tener la planta fructificada en un 50 %.
8. **Días a maduración:** se contabilizaron los días desde fructificación hasta que la planta presento un 50 % de frutos maduros de color rojo.

2.7 Análisis de datos

Mediante los programas Excel 2013 y Minitab 17, se realizó un análisis descriptivo de las variables observadas, con análisis de medias y un ANOVA a $P= 0.05$.

2.8 Relación de variables fenológicas y meteorológicas

Se graficaron los datos del análisis estadístico de cada etapa fenológica, teniendo en cuenta los resultados de los cuatro sitios de muestreo, por otra parte, los datos meteorológicos (precipitación, temperatura máxima y mínima) para conocer el comportamiento del desarrollo fenológico del chile silvestre en su ambiente natural. Lo anterior permitió identificar los rangos máximos y mínimos en los que se mostró cada variable analizada.

III. RESULTADOS

3.1 Climatología del área de estudio

En la Figura 4 se muestra el climograma construido con los datos de 25 años, donde se muestran las condiciones y el comportamiento del clima en la zona de estudio durante ese periodo. Las temperaturas máximas oscilan entre los 26°C y 38°C, siendo el periodo más cálido el de los meses de mayo y junio con las temperaturas medias mensuales más altas. Las temperaturas mínimas oscilan entre 10°C y 24°C los meses de enero y febrero los que registran las temperaturas más bajas del año. La temperatura media general es de 25°C. En lo que se refiere a la precipitación acumulada durante el año esta es de 684 mm con las precipitaciones más altas durante el periodo de verano siendo los meses de julio, agosto y septiembre los más lluviosos con 70.5 % de la precipitación media anual.

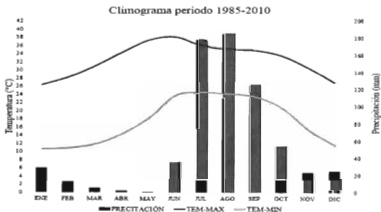


Figura 2. Climograma del periodo 1985-2010, estación Mocerito, Sinaloa, México.

3.2 Meteorología del área de estudio

El comportamiento de las variables meteorológicas estudiadas del 20 de junio al 10 de octubre, periodo que comprende el tiempo en que se realizó la toma de datos en la zona de estudio se muestra en la Figura 5. Las temperaturas máximas oscilaron entre 30 °C y 40 °C y las mínimas entre 20 °C y 28 °C con una media general de 30.6 °C. Se puede destacar que la primera precipitación se registró el 20 de junio, dando inicio el periodo de lluvias extendiéndose hasta el 3 de noviembre. La precipitación acumulada en dicho periodo fue de 809.5 mm con los meses de julio, agosto y septiembre los que acumularon mayor precipitación, con 91.7 % de la precipitación total.

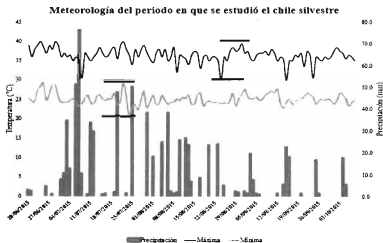


Figura 3. Meteorología del periodo vegetativo y reproductivo de Chile silvestre *C. annuum* Var. *Glabriusculum*, año 2015. Mocorito, Sinaloa, México.

3.3 Suelos de los sitios en estudio

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las propiedades físicas y químicas así como las características de los perfiles realizados en cada sitio de muestreo. En el perfil de suelo del sitio 1 (Los Callejones), se identificó un Vertisol húmico. Este perfil presenta baja concentración salina (sin afectación de sales) según la NOM-021, su pH es neutro a moderadamente ácido de superficie a profundidad, porcentaje medio de materia orgánica en superficie y bajo en profundidad, la capacidad de intercambiar cationes es alta en la parte superficial al igual que en profundidad, la saturación de bases es alta, con niveles altos de Ca y pequeña proporción de Mg. La conductividad hidráulica del suelo es moderadamente lenta.

En el sitio 2 (Corral Falso), se identificó un Fluvisol éutrico. Este perfil presenta baja concentración salina, su pH de neutro a moderadamente ácido de superficie a profundidad, bajo porcentaje de materia orgánica en superficie y muy bajo en profundidad, la capacidad de intercambiar cationes es media en la parte superficial y baja en profundidad, la saturación de bases es alta, con niveles altos a medios de Ca y pequeña proporción de Mg, sin niveles de K; presenta una conductividad hidráulica de moderadamente lenta en superficie y rápida después de los 12 cm de profundidad.

En el sitio 3 (Cuesta la Mula) se identificó un Leptosol districo. Este perfil presenta baja concentración salina, su pH es moderadamente ácido de superficie y profundidad, porcentaje medio de materia orgánica en superficie y muy bajo en profundidad, la capacidad de intercambiar cationes es baja en la parte superficial y

muy baja en profundidad, la saturación de bases es alta con niveles altos de Ca y pequeña proporción de Mg, sin niveles de K; presenta conductividad hidráulica moderadamente lenta en todo el perfil.

En el sitio 4 (La Mora Gacha) se identificó un Feozem lúvico. Este perfil presenta baja concentración salina, su pH es moderadamente ácido de superficie a profundidad, alto porcentaje de materia orgánica en los dos primeros horizontes y bajo en profundidad, la capacidad de intercambiar cationes es baja en la parte superficial al igual que en profundidad, la saturación de bases es alta con niveles altos de Ca y pequeña porción de Mg, sin niveles de K; (Cuadro 1); presenta una conductividad hidráulica moderadamente lenta en superficie y moderada después del segundo horizonte.

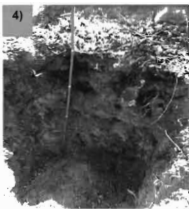
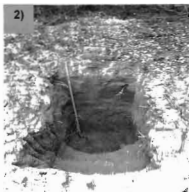
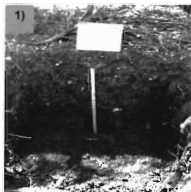


Figura 4. Perfiles de suelos en cada uno de los Sitios: Los Callejones (1), Corral Falso (2), Puerta la Mula (3), La Mora Gacha (4).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de suelos.

| Sitio | Hte. | Prof. (cm) | % Arena | % Limo | % Arcilla | Clase Textural | Color en seco | Color en Humedo | CE dS.m | pH | C | | | | N | | | |
|-------|------|------------|---------|--------|-----------|------------------|---------------|-----------------|---------|-----|-----|-------|-----|------|-----|-------------|----|----|
| | | | | | | | | | | | CO | MO | SB | SM A | CIC | K | Ca | Mg |
| | | | | | | | | | | | | % | | | | Cmol(+)kg-1 | | |
| 1 | A1 | 0-15 | 26 | 14 | 60 | Franco Arcilloso | 7.5YR 5/2 | 7.5YR 3/2 | 1 | 6.5 | 1.3 | 2.241 | 67 | 0.2 | 45 | 0 | 25 | 5 |
| | B1 | 15-28 | 38 | 14 | 48 | Arcillo Arenoso | 5 YR 4/2 | 5 YR 4/3 | 1 | 5.4 | 0.8 | 1.4 | 74 | 0.5 | 40 | 0 | 18 | 11 |
| 2 | A1 | 0-12 | 56 | 26 | 18 | Franco Arenoso | 7.5YR 4/5 | 7.5YR 3/2 | 0.1 | 8 | 3.1 | 5.344 | 100 | 2 | 14 | 0 | 28 | 2 |
| | A2 | 12-63 | 68 | 20 | 12 | Franco Arenoso | 5YR 4/4 | 5YR 3/4 | 0.1 | 8,2 | 3.5 | 6.034 | 100 | 2.7 | 12 | 0 | 42 | 2 |
| | B1 | 63-130 | 86 | 4 | 10 | Areno francoso | 5 YR 4/6 | 7.5YR 3/4 | 0.1 | 8.5 | 0.5 | 0.862 | 100 | 4.5 | 5.3 | 0 | 38 | 1 |
| 3 | Ap1 | 0-12 | 38 | 38 | 24 | Franca | 10YR 5/3 | 10YR 3/3 | 0.14 | 7.1 | 0.5 | 0.862 | 98 | 1.6 | 18 | 0 | 11 | 6 |
| | C2 | 12-63 | 94 | 4 | 2 | Arenosa | 10YR 6/2 | 10YR 4/2 | 0.06 | 6.7 | 0.1 | 0.172 | 100 | 1.7 | 6 | 0 | 5 | 1 |
| | C1 | 63-130 | 94 | 4 | 2 | Arenosa | 10YR 5/3 | 10 YR 4/3 | 0.06 | 6.1 | 0.1 | 0.172 | 100 | 1.9 | 10 | 0 | 7 | 3 |
| 4 | A1 | 0-15 | 38 | 38 | 24 | Franca | 7.5YR 5/2 | 7.5YR 3/2 | 0.05 | 5.5 | 1.7 | 2.931 | 46 | 2.3 | 12 | 1 | 0 | 2 |
| | A2 | 15-45 | 36 | 38 | 26 | Franca | 7.5YR 4/2 | 7.5YR 3/2 | 0.04 | 6 | 0.3 | 0.517 | 20 | 3.4 | 9.2 | 0 | 0 | 1 |

Cuadro 2. Propiedades de suelos de los 4 sitios en estudio, Mocorito, Sinaloa, México.

| Sitio | Hte. | Punto de marchitez (g Agua/cm ³ suelo) | Capacidad de campo (g Agua/cm ³ suelo) | Saturación (g Agua/cm ³ suelo) | Agua disponible (l Agua/dm ³ suelo) | C. Hidráulica (cm/hr) | Da (g/cm ³) |
|-------|------|---|---|---|--|-----------------------|-------------------------|
| 1 | A1 | 0.34 | 0.46 | 0.54 | 0.12 | 0.18 | 1.22 |
| | B1 | 0.26 | 0.38 | 0.52 | 0.11 | 0.14 | 1.27 |
| 2 | A1 | 0.12 | 0.23 | 0.45 | 0.11 | 0.94 | 1.45 |
| | A2 | 0.1 | 0.2 | 0.42 | 0.1 | 2.02 | 1.54 |
| | B1 | 0.09 | 0.16 | 0.4 | 0.08 | 3.02 | 1.6 |
| 3 | Ap1 | 0.14 | 0.28 | 0.48 | 0.14 | 0.6 | 1.38 |
| | C2 | 0.04 | 0.1 | 0.3 | 0.07 | 15.29 | 1.85 |
| | C1 | 0.04 | 0.1 | 0.3 | 0.07 | 15.29 | 1.85 |
| 4 | A1 | 0.14 | 0.28 | 0.48 | 0.14 | 0.6 | 1.38 |
| | A2 | 0.15 | 0.29 | 0.49 | 0.14 | 0.51 | 1.38 |

3.4 Flora asociada a los sitios de muestreo

Las especies arbóreas encontradas en cada uno de los sitios de muestreo asociadas a las plantas de chile silvestre se muestran en el Cuadro 5.

En el sitio 1 se tuvo 10 especies arbóreas con las cuales están asociadas las plantas de chile silvestre, siendo el Mezquite, Huizache, Guinolo y la Nanche los más

comunes de encontrar es ese tipo de ecosistema con un suelo Vertisol, cabe mencionar que son plantas leñosas de porte alto entre 8 y 10 m de altura.

En sitio 2 se encontró una diversidad de 10 especies de plantas asociadas a las poblaciones de Chile entre las que destacan generalmente, conocidas con su nombre común Güinolo, Coabira, Chicura, Bainoro, Bainoro prieto, Guamuchil, Binorama, Nopal, Guasima y Papache. Estas plantas son de porte más bajo en comparación con el sitio 1 alcanzando hasta los 8 m como máximo, el suelo de este ecosistema corresponde a un Fluvisol y se encuentra a un costado de un arroyo.

Para el caso del sitio 3 que corresponde a un suelo Leptosol, se encontraron 13 especies arbóreas Amapa, Mauto, Brasil, Güinolo, Cacachila Negra, Copal, Nanche, Pitahaya Marismeña, Guasima, Palo Fierro, Chutama, Pochote y Papache, especies tanto de porte bajo como alto entre los 2 hasta 12 m de altura, con mayor predominio las de porte alto.

En el sitio 4 con un suelo tipo Feozem se encontraron 13 especies arbóreas a las cuales están asociadas las plantas de Chile silvestres, siendo estas comúnmente conocidas por sus nombres comunes como: la Amapa, Mauto, Brasil, Güinolo, Cacachila Negra, Copal, Bainoro, Pitahaya marismeña, Guazima, Palo Fierro, Chutama, Pochote y Papache. Estas especies son de porte alto que alcanzan los 12 m.

Las plantas de Chile silvestres están asociadas a diferentes especies arbóreas ya que necesitan de un tutor para desarrollarse adecuadamente, además de que requieren tener sombra para su adecuada reproducción y expresar sus diferentes

etapas fenológicas que va desde brotación, desarrollo vegetativo y reproductivo. Estas plantas de Chile también se desarrollan y se dispersan en diferentes tipos de suelo con características físicas y químicas totalmente diferentes que va desde suelos arenosos hasta suelos muy arcillosos. Las especies más asociadas a las poblaciones de Chile son el Bainoro, Guazima, Güinolo, Mauto, Papache, Huizache y Palo Fierro.

Cuadro 3. Especies arbóreas asociadas a poblaciones de chile silvestre en la zona en estudio Mocerito, Sinaloa, México.

| Especies arbóreas | | Especies presentes | | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|
| Nombre científico | Nombre común | Sitio 1 | Sitio 2 | sitio 3 | sitio 4 |
| <i>Tabebuia chrysantha</i> | Amapa | | | * | * |
| <i>Prosopis laevigata</i> | Mezquite | * | | | |
| <i>Lysiloma divaricatum</i> | Mauto | * | | * | * |
| <i>Haematoxylum brasiletto</i> | Brasil | * | | * | * |
| <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | * | | | |
| <i>Acacia cochliacantha</i> | Güinolo | * | * | * | * |
| <i>Porophyllum sp</i> | Cacachila negra | | | * | * |
| <i>Bacharis sarathrides</i> | Coabira | | * | | |
| <i>Franseria ambrosioides</i> | Chicura | | * | | |
| <i>Bursera excelsa</i> | Copal | | | * | * |
| <i>Celtis pallida</i> | Bainoro | | * | | * |
| <i>Pisonia capitata</i> | Bainoro prieto | | * | | |
| <i>Ziziphus sonorensis</i> | Nanche o aceituna | * | | * | |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | Guamuchil | * | * | | |
| <i>Acacia farnesiana</i> | Binorama | * | * | | |
| <i>Opuntia sp.</i> | Nopal | | * | | |
| <i>Stenocercus thurberii</i> | Pitahaya marismeña | | | * | * |
| <i>Guazuma ulmifolia Lam.</i> | Guazima | * | * | * | * |
| <i>Pithecellobium flexicaule</i> | Palo fierro | | | * | * |
| <i>Bursera microphylla</i> | Chutama | | | * | * |
| <i>Pachira quinata</i> | Pochote | | | * | * |
| <i>Randia echinocarpa</i> | Papache | * | * | * | * |

3.5 Brotación vegetativa y reproductiva

Se realizó un análisis de varianza de las variables estudiadas con la finalidad de saber si existía diferencias entre los sitios de muestreo puesto que se encontraban en condiciones diferentes como el tipo de suelo, vegetación, altitud y separados entre poblaciones por distancias que va desde 1 hasta los 3 km, en un área de 85 km², ver Cuadro 7. Los resultados arrojaron que no hay diferencia estadística entre los sitios de muestreo en ninguna de las variables estudiadas, excepto en la variable botones florales (Bf) la cual es parte de la etapa de floración.

Cuadro 4. Valores medios de las variables fenológicas por sitios de muestreo en plantas de chile silvestre *Capsicum annuum* Var. *glabriusculum* procedentes de cuatro sitios de muestreo de la zona norte de Sinaloa.

| Sitio | Ap | Nb | Lb | Nh | Bf | N flor | N frut | Frut-mad |
|-------------------|-------|------|-------|-------|---------|--------|--------|----------|
| Los Callejones | 154.2 | 67.7 | 66.2 | 54.87 | 6.161b | 5.91 | 12.32 | 11.6 |
| Corral Falso | 154.8 | 55.8 | 63 | 61.53 | 10.97ab | 9.2 | 18.93 | 17.27 |
| Cuesta de la Mula | 167.4 | 58.4 | 51.83 | 42.93 | 7.5ab | 6.96 | 13.87 | 13.27 |
| Mora Gacha | 178.3 | 53.5 | 57.13 | 49.1 | 12.43a | 9.53 | 14.1 | 18.1 |

*Medias con la misma letra para cada característica y dentro de cada fecha de evaluación, no presentan diferencias significativas, de acuerdo con la prueba de Tukey, $p < 0.05$. Ap (altura de planta), Nb (Número de brotes), Lb (longitud de brotes), Nh (número de hojas), Bf (botones florales), N flor (número de flores), N frut (número de frutos), Frut-mad (frutos maduros).

Al no haberse encontrado diferencia significativa entre los sitios de muestreo se realizó una descripción de las variables fenológicas en un solo conjunto, para esto se calcularon las medias de cada variable por sitio hasta tener la media general para cada conjunto de datos. Por lo tanto, se hace referencia al total de plantas

estudiadas en un solo conjunto de datos y así describir el comportamiento de cada variable.

Altura de planta: Las plantas de chiles seleccionadas en la zona de estudio para la toma de datos tenían una altura promedio inicial de 64 cm, al final del estudio la altura había aumentado hasta alcanzar un promedio de 220 cm y la media general fue de 163.7 cm, cabe mencionar que ya no se observó incremento en la altura de la planta.

3.6 Brotación vegetativa

El desarrollo vegetativo lo constituyen el conjunto de variables individuales que en total son tres: Número de brotes, Longitud de brotes y Número de hojas por brotes, las cuales se describen a continuación:

Número de brotes: En las plantas seleccionadas para este estudio, presentaron un mínimo de 25 brotes vegetativos esto al inicio del periodo de estudio, y un máximo de 137 brotes al final de la toma de datos, la media observada fue de 25 brotes.

Longitud de brotes: Del análisis de los resultados obtenidos para longitud de brote se observó que tuvo una longitud mínima promedio de 19 cm al inicio de la toma de datos, al final del muestreo se obtuvo una longitud máxima promedio de 102 cm, se encontró también una media general de 59.5 cm de longitud.

Número de hojas por brote: En los brotes seleccionados para el muestreo se observó que tuvieron un número de hojas promedio con un valor mínimo de 14 hojas al inicio del periodo de estudio, al terminar el periodo se tuvo un promedio como

máximo de 110.7 hojas, así mismo se obtuvo una media general de 52.1 hojas por brote representativo.

3.7 Desarrollo reproductivo

Para este caso el desarrollo reproductivo lo componen cuatro variables individuales que son: número de botones florales, número de flores, número de frutos y número de frutos maduros esto por cada brote seleccionado para la toma de datos, a continuación se hace la descripción de cada variable.

Número de botones florales: En el análisis de los resultados obtenidos para la variable de botones florales aparecidos en cada brote seleccionado para el muestreo, en su comportamiento se observó un valor mínimo promedio de dos botones florales por brote, y un valor máximo promedio de 30 botones, con una media general de 9.3 botones florales por brote representativo de las plantas en estudio.

Número de flores: En el comportamiento observado de la variable Número de flores por brote representativo de las plantas seleccionadas, se tuvo que el valor mínimo promedio fue de 1.3 flores por brote, con un promedio máximo de 18 flores por brote y la media general fue de 7.9 flores por brote.

Número de frutos: Los brotes representativos para el número de frutos formados completamente, en estado inmaduro o verde, presento un promedio mínimo de un fruto por brote, así mismo se observó un valor promedio máximo de 31.7 y una media general de 14.8 de frutos por brote.

Frutos maduros: El análisis de los resultados obtenidos para la variable de frutos maduros por brotes representativos, presentaron un valor mínimo promedio de un fruto maduro por brote, y un valor máximo promedio de 30 frutos por brote, con una media general de 13.7 frutos por brote representativo de cada planta.

3.8 Etapas fenológicas del chile silvestre

De acuerdo a los datos obtenidos en los sitios de muestreo se pueden identificar cuatro etapas fenológicas en la planta de chile silvestre y se presentan al inicio del verano cuando se dan las condiciones para activarse y desarrollar sus ramas. Estas etapas fenológicas son identificadas como desarrollo vegetativo, floración, fructificación y maduración que se da desde junio hasta el mes de agosto como se observa en las Figuras 5 y 6.

Etapa 1. Desarrollo Vegetativo: Esta etapa fenológica inició el día 20 de junio y terminó el 13 de septiembre, el pico de mayor intensidad de esta etapa fue del 5 de julio al 28 del mismo mes. Esta etapa fenológica tuvo una duración de 75 días en total alcanzando el 50 % de avance a los 55 días después del inicio de la brotación tal como se observa en las Figuras 5 y 6.

Etapa 2. Floración: Los primeros botones florales o flores se observaron a los 52 días después del inicio de la brotación prolongándose por 60 días, reproduciendo botones florales y flores el 5 de julio y termina el 30 de agosto, presenta un pico de mayor intensidad del 19 al 30 de julio, dicha etapa tiene una duración total de 60 días y alcanza su 50 % de avance a los 52 días después del inicio de la brotación como se puede apreciar en las Figuras 5 y 6.

Etapa 3. Fructificación: Esta etapa se puede observar que inició el 10 de julio y concluyó hasta el día 8 de septiembre alcanzando su mayor intensidad de avance el 2 de agosto. Esta etapa tuvo una duración de 70 días, alcanzando el 50 % de avance a los 65 días después de iniciada la brotación como se observa en las Figuras 5 y 6.

Etapa 4. Maduración: Inició el día 10 de agosto y terminó el 10 de octubre durando un total de 65 días. A partir del inicio de la brotación transcurrieron 92 días para tener el 50% de maduración de los frutos que se encontraban totalmente rojos pungentes lo cual se muestra en las Figuras 5 y 6.

En este estudio se pudo observar que para cada uno de los cuatro sitios de muestreo el comportamiento sobre el desarrollo de las etapas fenológicas fue muy similar sin importar las condiciones en que se encontraban cada uno, además se pudo resaltar que todo el proceso de desarrollo del chile silvestre desde su activación que fue con la aparición de los primeros brotes hasta la maduración y senescencia de los frutos duró 110 días.

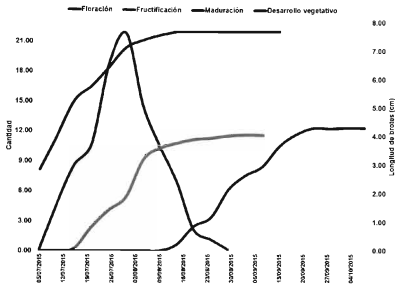


Figura 5. Comportamiento de las etapas fenológicas del chile silvestre *Capsicum annum* Var. *glabriusculum* en el periodo de estudio, Mocorito, Sinaloa, México.

3.9 Relación de las etapas fenológicas con las variables meteorológicas

En la Figura 6 se muestra la activación de la planta de chile silvestre una vez que inicia el periodo de lluvia y no se detiene hasta concluir con la última etapa fenológica, que en total son cuatro desde el inicio de la brotación y son definidas como desarrollo vegetativo, floración, fructificación y maduración.

3.9.1 Desarrollo vegetativo

En el caso de la primera etapa que es desarrollo vegetativo y que comprende un total de 60 días del 20 de junio al 13 de agosto, dicho periodo presentó una fluctuación de temperatura máxima de 30°C a 40°C con mínimas entre 20°C y 28°C con una media de 30.6°C. En el caso de la precipitación, se tiene que esta etapa se presentó en los meses más lluviosos, que son julio, agosto y la primer quincena de septiembre con un acumulado de 531 mm.

3.9.2 Floración

La floración duró 75 días, en los cuales prevalecieron temperaturas máximas entre 30°C y 40°C con mínimas de 20°C a 27°C una media de 29°C. En el periodo de esta etapa se acumularon 376 mm, es importante remarcar que la floración se inició 25 días después del inicio de la brotación, cabe mencionar que en esta etapa descendió la precipitación como se puede observar en la Figura 6.

3.9.3 Fructificación

La etapa de fructificación duró 60 días en los cuales las condiciones de temperaturas máximas oscilaron de 29°C a 40°C las mínimas de 24°C a 27°C con una media de 30.6°C. La precipitación acumulada en esta etapa fue de 439 mm como se muestra en la Figura 6.

3.9.4 Maduración

La maduración que es la etapa fenológica final tuvo una duración de 65 días con unas temperaturas máximas que oscilaron entre 30°C a 40°C y unas mínimas de

24°C a 27°C la media fue de 30.3 °C con una precipitación acumulada en los 65 días de 248.5 mm, Figura 6.

En general el proceso duró 110 días en los cuales la temperatura máxima osciló entre los 29°C y 40°C la mínima de 20°C a 29°C y una media de 30.6°C. Se tuvo una precipitación acumulada de 809.5 mm en todo el periodo de estudio, cabe mencionar que la mayor concentración de la agua se dio en las primeras etapas que son desarrollo vegetativo y en la floración, tal como se muestra en la Figura 6.

Meteorología y etapas fenológicas

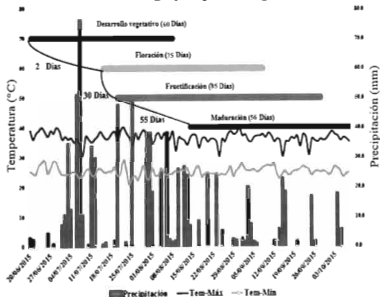


Figura 6. Mapa fenológico del chile silvestre (*Capsicum annuum* Var. *glabriusculum*). Mocoquito, Sinaloa, México.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de datos de 25 años del periodo, se puede observar que el comportamiento del clima de la región coincide con la descripción planteada por García (1998) quien clasifica el clima de la región como AW_0 que tiene una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C , con precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por Villalón *et al.*, (2003) quienes mencionan que la planta de chile silvestre vive en lugares serranos, la cual depende de temperaturas ubicadas entre 15 y 30°C , requiere una demanda de luz con un fotoperiodo de 14 horas oscuridad y 10 horas luz y una humedad relativa entre 75 a 100%, lo que le proporcionan las condiciones favorables para su desarrollo.

Esta especie de chile silvestre prefiere los suelos de textura gruesa a media, como son los suelos arenosos a francos, pero también se puede establecer en suelos arcillosos, las muestras de suelos presentan un amplio rango en la concentración de iones hidrógeno oscilando el pH entre moderadamente ácido a medianamente alcalino y en suelos pobres o ricos en materia orgánica. De acuerdo con Hernández *et al.* (2015), la plasticidad fenotípica permite a las plantas lidiar con ambientes heterogéneos; los tipos de suelo, retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico, concentración de iones hidrógeno, entre otros, son condiciones variables

donde se desarrolla esta especie; como lo menciona Sultán (1987) esta plantas poseen habilidades que le permiten ajustar su fenotipo a las condiciones cambiantes del ambiente, asegurando la sobrevivencia y reproducción; sin embargo en el presente estudio se registró que las poblaciones de chile silvestre tienen predominancia en suelos gruesos a medios (arenosos a francos) esto difiere con los resultados de Ramírez *et al.* (2015) donde menciona que son predominantemente en suelos arcillosos, cambiando hacia suelos ligeros en terrenos en topografía plana o con ligeros lomeríos; en las faldas y áreas accidentadas montañosas de la Sierra Madre Oriental, en la mayor parte de los casos los suelos son pedregosos.

Las plantas de chile chiltepín se encuentran asociadas a una gran diversidad de especies arbóreas y en varios tipos de ambientes donde se presentan las condiciones idóneas de sombra para su desarrollo así como también se observa que tiene una gran distribución en lomas y lomeríos de la sierra de Mocorito, Sinaloa. A estas plantas se les encontró asociadas con Brasil, Guinolo, Mauto, Huizache, entre otras leguminosas caducifolias, esto coincide con Rodríguez del Hernández *et al.* (2006), quienes mencionan que el chile chiltepín (*Capsicum annuum*) es una planta silvestre de amplia distribución en la República Mexicana, representada por diferentes variedades, encontrándose en ambientes semidesérticos y tropicales, generalmente asociada con Leguminosas. El chiltepín crece bajo la protección de los árboles en sitios montañosos cercanos a márgenes de arroyos y cañones (Nabhan 1985; Nabhan *et al.*, 1990; Gentry, 1942). Villalón *et al.* (2003), encontraron que, esta planta se encuentra distribuida bajo la sombra de árboles y arbustos. Se localizan fundamentalmente en la selva baja caducifolia, a orillas de los caminos, huertos,

potreros y bajo la vegetación remanente en orillas de los campos de cultivo (Hernández-Verdugo et al., 1999).

Nabhan (1985), Nabhan et al., (1990), Gentry (1942), mencionan que las plantas de chiltepin alcanzan su madurez reproductiva entre los seis y diez meses de edad. La floración comienza durante los meses de mayo y dura hasta agosto, y la fructificación es de junio a octubre. El chiltepin crece bajo la protección de los árboles en sitios montañosos cercanos a márgenes de arroyos y cañones.

V. CONCLUSIONES

El estudio ocurrió en condiciones de 809.5 mm de precipitación y en temperaturas máximas que oscilaron de 30 a 40°C y las mínimas entre 20 y 28°C con una media general de 30.6°C, estas condiciones le permitieron el desarrollo y reproducción favorable del chile silvestre.

Los tipos de suelos estudiados en los cuatro sitios fueron diferentes en cuanto a sus propiedades físicas y químicas pero esto no influyó en la respuesta de la planta. Lo que sugiere que tiene una gran plasticidad para soportar ambientes diferentes como son suelos arenosos, muy delgados y pobres en materia orgánica, hasta suelos arcillosos, profundos y ricos en materia orgánica.

La vegetación asociada a la planta de chile silvestre varía de un sitio a otro pero tampoco influyó en la respuesta de la planta.

En la región estudiada el desarrollo vegetativo y reproductivo del chile silvestre está asociado al temporal de lluvias, durante el verano; con las primeras precipitaciones las plantas se activan para dar inicio a la brotación seguido de la floración, fructificación y maduración del fruto.

La etapa de desarrollo vegetativo mostro una alta relación con el inicio de las lluvias y tuvo una duración de 60 días. La floración inicio 25 días después de la brotación y tuvo una duración de 52 días. La fructificación inicio 5 días después de la floración y tuvo una duración de 60 días. La etapa de maduración inicio 25 días después de la fructificación y tuvo una duración de 66 días.

VI. LITERATURA CITADA

- Batley, N.H. 2000. Aspects of seasonality. *Journal of Experimental Botany* 51 (352): 1769-1780.
- Bañuelos, N., Salido, P.L., y Gardea, A. 2008. Etnobotánica del chiltepin: Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 16 (32), 177-205.
- Bradley, N.L., Leopold, A.C., Ross, J., y Huffaker, W. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96 (17), 9701-9704.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2014. Climatología estadística de las estaciones meteorológicas de México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015. Climatología estadística de las estaciones meteorológicas de México.
- De Pascual Pola, C.N., Musálem, M.Á., y Delgado, C.B. 2012. Efecto de la vegetación asociada al sotobosque sobre el crecimiento y desarrollo inicial de *Abies religiosa* (HBK.) Schldl. ex Cham. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 28 (94).
- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. 4 edición. Roma, Italia. 100 pp.

FAO. 2014. World reference base for soil resources. Roma, Italia. 181 pp.

García F. A., Salvador Montes Hernández, José Antonio Rangel Lucio, Edmundo García Moya y Mariano Mendoza Elos, 2010. Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín [*Capsicum annum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotermia, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.1 Núm.2 p. 203-216.

García, E. (1998). Climas (clasificación de Köppen, modificado por García). *Cobertura digital escala, 1(1,000,000)*.

Gentry, H.S. 1942. Rio Mayo plants. A study of the flora and vegetation of the valley of the Rio Mayo, Sonora. Rio Mayo plants. A study of the flora and vegetation of the valley of the Rio Mayo, Sonora.

Hernández-Verdugo, S., Aranda-Dávila, P., y Oyama, K. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. Review of taxonomy, origin and domestication of the genus *Capsicum*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (64), 65-84.

Hernández-Verdugo, S., López-España, R.G., Porras, F., Parra-Terraza, S., Villarreal-Romero, M., y Osuna-Enciso, T. 2010. Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. *Agrociencia*, 44 (6), 667-677.

Hernández-Verdugo, S., González-Sánchez, R. A., Porras, F., Parra-Terraza, S., Valdez-Ortiz, A., Pacheco-Olvera, A., & López-España, R. G. 2015. Plasticidad fenotípica de poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) en respuesta a disponibilidad de luz. *Botanical Sciences*, 93 (2), 231-240.

Hernández-Verdugo S., P. Sánchez-Peña, & M. Villarreal Romero. 2006. Variación entre poblaciones y años: algunos factores que promueven o regulan la germinación de semillas en chile silvestre. 3ª Convención Mundial de Chile. Chihuahua y Delicias, Chihuahua, México. 105-111 pp.

Lizarde, N. A., Lizarde, E. A., & Martínez, J. G. M. (2011). Evaluación de la germinación y crecimiento de Plántula de Chiltepin (*Capsicum annuum* L variedad *glabriusculum*.) en invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 170.

Long, J., 1998. *Capsicum y cultura: la historia del chilli*. México, D. F., Fondo de Cultura Económica.

Lorente, I., D. Gamero, J.L. Gómez, R. Santos, L. Flores, A. Camacho, L. Galindo, J. Navarro. 2004. Los efectos biológicos del cambio Climático. *Ecosistemas* 13 (1): 103-110.

López Valdez, A. P. (2013). Efecto de un gradiente de elevación, procedencia y temperatura en la germinación de semillas de chile piquín *capsicum annum* L. var. *glabriusculum* (dunal) heiser y pickersgill.

Montenegro, G., y Ginocchio, R. 1999. La fenomorfología y su expresión a través del crecimiento modular en las plantas leñosas perennes. *Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos*. CICY, Mérida, Yucatán, México.

Nabhan, G., 1985. "For the Bird: the Red-hot Mother of Chiles". En: *Gathering the Desert*. Tucson, Arizona, The University of Arizona Press, pp. 123-133.

Nabhan, G., Slater, M. y Yarger, L., 1990. "New Crops Small Farmers in Marginal Lands? Wild Chiles as a Case Study". En: M. Altieri M. and S. Hecht, S. (eds.) *Agroecology and Small Farm Development*, EUA, pp. 19-34.

Neild, R.E., y Seeley, M.W. 1977. Applications of growing degree days in field corn production. Agrometeorology of the maize crop. Geneva, Switzerland. World Meteorology Org. p. 426-436.

Ramírez-Meraz, M., Villalón-Mendoza, H., Aguilar-Rincón, V. H., Corona-Torres, T., & Latournerie-Moreno, L. (2015). Caracterización morfológica de chiles silvestres y semidomesticados de la región huasteca de México. *Agroproductividad*, 8(1).

Ruiz, A., 1991. Caracterización Fenológica del Guayabo (*Psidium guayava* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. p. 78

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. *Estud. Muestreo Análisis México DF* 7, 85 pp.

Villalpando, J. y A. Ruiz., 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Lumusa, México.

Villalón, H., T. Medina, J. M., Soto, L. A., Rodríguez, O., Pozo, M., Ramírez, F., Garza, R., López, A., R. López, L. y M. Lara. 2003. Efecto de diferentes intensidades de luz en la producción de chile piquín (*Capsicum annum* L. var *aviculare*). *Revista Ciencia Universidad Autónoma de Nuevo León* (en prensa).

Van Schaik, C.P., Terborgh, J.W., y Wright, S.J. 1993). The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 353-377.

