



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS

Tesis

**VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE
SILVESTRE (*Capsicum annum* L. var *glabriusculum*) BAJO UN
SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO
(*Psidium guajava* L.) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGS.**

Presenta

DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ

Para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

Tutor

DR. JOSÉ DE JESÚS LUNA RÚIZ

Comité Tutoral

DR. ALFONSO DE LUNA JIMÉNEZ

DR. VICENTE DÍAZ NÚÑEZ

DR. HORACIO VILLALÓN MENDOZA

Aguascalientes, Ags., 12 de Junio de 2018



DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por medio de este conducto tengo a bien informarle que **DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ**, con ID 29810, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada “**VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE SILVESTRE (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) BAJO UN SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES.**”. Por lo anterior me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“Se Lumen Proferre”
Aguascalientes, Ags., a 12 de junio de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José de Jesús Luna Ruíz', written over a horizontal line.

DR. JOSÉ DE JESÚS LUNA RUÍZ

Tutor

c.c.p. Interesado

c.c.p. Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Secretario Técnico MCAyV

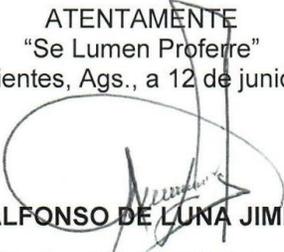


DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por medio de este conducto tengo a bien informarle que **DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ**, con ID **29810**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **“VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE SILVESTRE (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) BAJO UN SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES.”**. Por lo anterior me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“Se Lumen Proferre”
Aguascalientes, Ags., a 12 de junio de 2018



DR. ALFONSO DE LUNA JIMÉNEZ
Miembro del comité tutorial

c.c.p. Interesado

c.c.p. Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Secretario Técnico MCAyV

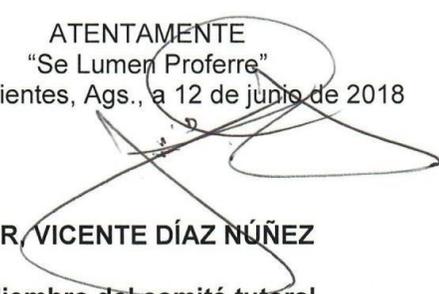


DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por medio de este conducto tengo a bien informarle que **DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ**, con **ID 29810**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **“VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE SILVESTRE (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) BAJO UN SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES.”**. Por lo anterior me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“Se Lumen Proferre”
Aguascalientes, Ags., a 12 de junio de 2018



DR. VICENTE DÍAZ NÚÑEZ
Miembro del comité tutorial

c.c.p. Interesado

c.c.p. Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Secretario Técnico MCAyV



DR. RAÚL ORTIZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por medio de este conducto tengo a bien informarle que **DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ**, con ID **29810**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **“VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE SILVESTRE (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) BAJO UN SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO (*Psidium guajava* L.) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES.”**. Por lo anterior me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“Se Lumen Proferre”
Aguascalientes, Ags., a 12 de junio de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Villalón'.

DR. HORACIO VILLALÓN MENDOZA

Miembro del comité tutorial

c.c.p. Interesado

c.c.p. Dr. Antonio de Jesús Meraz Jiménez, Secretario Técnico MCAyV



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

OF. NO. CCA-D-11-15-077-18

Dra. en Admón. María del Carmen Martínez Serna
Directora General de Investigación y Posgrado
P R E S E N T E.

Por medio de la presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "VIABILIDAD ADAPTATIVA DE CUATRO PROCEDENCIAS DE CHILE SILVESTRE (*Capsicum annum L. var. Glabriusculum*) BAJO UN SISTEMA DE MANEJO AGROFORESTAL EN HUERTAS DE GUAYABO (*Psidium guajava L.*) EN EL MUNICIPIO DE CALVILLO, AGUASCALIENTES", del alumno **DIEGO RODRIGO GONZÁLEZ GUTIÉRREZ**, egresado de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Jesús María, Ags., 13 de Junio del 2018
"SE LUMEN PROFERRE"


Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro



c.c.p. Jefa del Departamento de Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de Aguascalientes** por el apoyo brindado durante mi estancia en la maestría

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económico brindado durante dos años mediante la beca 741006.

A mi cuerpo tutorial **Dr. José de Jesús Luna Ruiz, Dr. Alfonso de Luna Jiménez, Dr. Vicente Díaz Núñez y al Dr. Horacio Villalón Mendoza**, por todo el apoyo brindado.

Agradecimiento especial a toda mi familia, a mis padres **José Luis González Martínez e Imelda Gutiérrez Gutiérrez** y a mis hermanos por toda la confianza y ánimos brindados.

Y un especial agradecimiento a mi esposa **Sandra López Gutiérrez** por la paciencia y apoyo incondicional que me brindó durante este importante trayecto profesional.

Dedico este logro a mi hijo **Diego Emilio González López** quien se ha convertido en el principal motor de nuestras vidas.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN GENERAL	14
I. MARCO TEÓRICO.....	16
1.1 Generalidades de Capsicum.....	16
1.2 México como centro de origen de varios géneros de plantas.....	16
1.3 El género <i>Capsicum</i> en México.....	17
1.4 Domesticación de plantas cultivadas	18
1.5 Aprovechamiento de chile silvestre en México.....	19
1.6 Problema del aprovechamiento de chiles silvestres	21
1.6.1 Latencia en semillas.....	21
1.6.2 Manejo Fitosanitario del chile silvestre	22
1.6.3 Plantas nodrizas.....	22
1.7 Aprovechamiento de la guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.).....	24
1.8 Sistemas Agroforestales.....	25
1.9 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
1.10 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	28
1.11 OBJETIVO	28
1.12 BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	29
II. Eficiencia en los procesos de escarificación y germinación de semilla, producción y calidad de planta de cuatro procedencias de chiles silvestres (<i>Capsicum annumm</i> var. <i>glabriusculum</i>) en vivero.....	32
RESUMEN	32
ABSTRACT.....	34
2.1 INTRODUCCIÓN.....	35
2.2 OBJETIVO E HIPOTESIS	39
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS	40

2.3.1 Trabajos preliminares (selección de procedencias)	40
2.3.2 Primera producción de planta.....	41
2.3.3 Segunda producción de planta	43
2.3.4 Acondicionamiento de planta.....	44
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
2.4.1 Trabajos preliminares (selección de procedencias)	45
2.4.2 Primera producción de planta	46
2.4.3 Segunda producción de planta	48
2.4.4 Acondicionamiento de planta en micro-túnel.....	51
2.5 CONCLUSIONES	57
2.6 BIBLIOGRAFIA CITADA.....	58
III. Establecimiento y sobrevivencia de tres procedencias de plantas de chiles silvestres (<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i>), bajo un sistema de manejo agroforestal en huertas de guayaba.	62
RESUMEN	62
ABSTRACT	63
3.1 INTRODUCCIÓN.....	64
3.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	69
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS	70
3.3.1 Áreas de estudio	70
3.3.2 Selección de huertas.....	71
3.3.3 Selección de árboles de guayabo.....	72
3.3.4 Análisis de suelo	72
3.3.5 Trasplante de procedencias de chiles silvestres	74
3.3.6 Determinación de sobrevivencia y establecimiento.....	76
3.3.7 Análisis de la información	76
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
3.4.1 Análisis de suelo.....	77
3.4.2 Sobrevivencia y establecimiento de las procedencias en las huertas.....	85
3.4.3 Sobrevivencia y establecimiento de las procedencias en las 4 huertas de guayabos (global).....	94
3.5 CONCLUSIONES	97
3.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	98
IV. Crecimiento, desarrollo fenológico y estado fitosanitario de tres procedencias de chiles silvestres bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.	102
RESUMEN	102

ABSTRACT.....	104
4.1 INTRODUCCIÓN.....	105
4.2 OBJETIVO E HIPÓTESIS	109
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	110
4.3.1 Crecimiento y desarrollo fenológico de tres procedencias de chiles silvestres.....	110
4.3.2 Análisis del estado fitosanitario de las plantas de chile silvestre.	110
4.3.3 Análisis de la información	111
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	112
4.4.1 Crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas.	112
4.4.2 Altura y diámetro de tallo basal a 30 ddt.....	113
4.4.3 Altura y diámetro de tallo basal en 113 días (20 junio al 11 de noviembre).....	118
4.4.4 Días a inicio de floración.	126
4.4.5 Días a inicio de corte de fruto en verde.	129
4.4.6 Días a inicio de corte de fruto en rojo.	131
4.4.7 Estado fitosanitario de tres procedencias.....	132
4.5 CONCLUSIONES	143
4.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	144
V. Evaluación de rendimiento y calidad física de fruto fresco y seco de tres procedencias de chile silvestre, bajo un sistema de manejo agroforestal en huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes..	147
RESUMEN	147
ABSTRACT.....	148
5.1 INTRODUCCIÓN.....	149
5.2 OBJETIVO E HIPÓTESIS	154
5.3 MATERIALES Y MÉTODOS	155
5.3.1 Evaluación y rendimiento de la calidad de frutos verdes.....	155
5.3.2 Evaluación y rendimiento de calidad de frutos rojos (maduros).....	155
5.3.3 Procesamiento de muestras	155
5.3.4 Análisis de la Información	156
5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	157
5.4.1 Rendimiento y evaluación de calidad de frutos verdes	157
5.4.2 Evaluación y rendimiento de calidad de frutos rojos secos (maduros).	160
5.5 CONCLUSIONES	166
5.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	167

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1.1 Porcentaje de costos de las principales labores de cultivo en la producción de Guayaba en México; datos expresados en %(SAGARPA, 1998).</i>	25
<i>Cuadro 2.1 Acciones de chile silvestre propuestas para producción de planta.</i>	40
<i>Cuadro 2.2 Tratamientos pre-germinativos implementados en semillas de chile silvestre.</i>	41
<i>Cuadro 2.3 Tratamientos utilizados en la producción de planta (segunda siembra). Metodología adaptada de Guerrero Velázquez, (2015).</i>	42
<i>Cuadro 2.4 Resultados de pruebas de germinación en 16 accesiones de chile silvestre a 18 días después de la siembra, bajo condiciones de laboratorio.</i>	45
<i>Cuadro 2.5 Porcentajes máximos de emergencia observados en invernadero de procedencias de chile silvestre (primera producción de planta).</i>	47
<i>Cuadro 2.6 Porcentajes máximos de emergencia observados en invernadero de procedencias de chile silvestre (segunda producción de planta)</i>	49
<i>Cuadro 2.7 Plantas vivas a 109 dds siembra.</i>	50
<i>Cuadro 3.1 Información sobre las cuatro huertas de guayaba seleccionadas para desarrollo del proyecto en Calvillo, Aguascalientes.</i>	71
<i>Cuadro 3.2 Metodología utilizada para la determinación de parámetros físicos y químicos del suelo de cuatro huertas de guayaba de Calvillo, Aguascalientes.</i>	74
<i>Cuadro 3.3 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias</i>	86
<i>Cuadro 3.4 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 1”</i>	86
<i>Cuadro 3.5 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.</i>	87
<i>Cuadro 3.6 ANOVA para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.</i>	88
<i>Cuadro 3.7 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre</i>	90
<i>Cuadro 3.8 ANOVA para establecimiento a 30 dds de tres procedencias</i>	91
<i>Cuadro 3.9 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias</i>	92
<i>Cuadro 3.10 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 4”</i>	93
<i>Cuadro 3.11 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.</i>	94
<i>Cuadro 3.12 Sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en 4 huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.</i>	94
<i>Cuadro 3.13 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en cuatro huertas de guayabos.</i>	95
<i>Cuadro 3.14 Establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre</i>	95
<i>Cuadro 4.1 Altura de tres procedencias de chile silvestre a los 30 días después del trasplante (ddt) en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.</i>	113

Cuadro 4.2 ANOVA para diferencias de altura en cuatro huertas de guayabo a 30 días después del trasplante días de tres procedencias de chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes. 114

Cuadro 4.3 Prueba de Fisher LSD para diferencias en altura a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Querétaro”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 114

Cuadro 4.4 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Sonora”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 115

Cuadro 4.5 ANOVA para diferencias de altura promedio de la procedencia Chiapas a 30 ddt en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 116

Cuadro 4.6 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en cuatro huertas de guayabo a 30 días después del trasplante días de tres procedencias de chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes. 116

Cuadro 4.7 Diámetro de tallo basal de tres procedencias de chiles silvestres a 30 días después del trasplante, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 117

Cuadro 4.8 Prueba de Fisher LSD para diferencia de diámetro a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Querétaro”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 117

Cuadro 4.9 Prueba de Fisher LSD para diferencia de diámetro a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Sonora”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 118

Cuadro 4.10 Diferencia de altura del 20 de julio al 11 de noviembre del 2017 (113 días), de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos. en Calvillo, Aguascalientes. 119

Cuadro 4.11 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura en 113 días de tres procedencias de chile silvestre, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 119

Cuadro 4.12 ANOVA para diferencias de altura en plantas de la procedencia “Chiapas” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 120

Cuadro 4.13 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura en 113 días de la procedencia de “Querétaro”, entre cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 121

Cuadro 4.14 ANOVA para diferencias de altura en plantas de la procedencia “Sonora” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 123

Cuadro 4.15 Diferencia diámetro de tallo basal del 20 de julio al 11 de noviembre del 2017 (143 días), de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 124

Cuadro 4.16 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Chiapas” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 125

Cuadro 4.17 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Querétaro” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 125

Cuadro 4.18 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Sonora” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 125

Cuadro 4.19 Días a inicio de floración (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 126

Cuadro 4.20 Días a inicio de floración (después de trasplante) de la procedencia de “Querétaro” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 128

Cuadro 4.21 Días a inicio de corte en verde (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 130

Cuadro 4.22 Días a inicio de corte en verde (después de trasplante) de la procedencia de Querétaro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 130

Cuadro 4.23 Días a inicio de corte en rojo (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 131

Cuadro 4.24 Días a inicio de corte en rojo (después de trasplante) de la procedencia de Querétaro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes..... 132

Cuadro 4.25 Registro fitosanitario de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes..... 133

Cuadro 5.1 Número y peso de frutos verdes cosechados de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabas en Calvillo, Aguascalientes. 157

Cuadro 5.2 ANOVA para diámetro polar en frutos verdes de la procedencia “Chiapas”, cosechados en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 158

Cuadro 5.3 ANOVA para diámetro ecuatorial en frutos verdes de la procedencia “Chiapas”, cosechados en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes. 158

Cuadro 5.4 Prueba de Fisher LSD para diámetro polar de frutos verdes de la procedencia “Querétaro”, cosechados en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 159

Cuadro 5.5 Prueba de Fisher LSD para diámetro ecuatorial de frutos verdes de la procedencia “Querétaro”, cosechados en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes. 159

Cuadro 5.6 Diámetros polar y ecuatorial de frutos verdes de tres procedencias de chiles silvestres en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes..... 160

Cuadro 5.7 Peso de frutos rojos de tres procedencias de chiles silvestres colectados en cuatro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes..... 161

Cuadro 5.8 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de tres procedencias de chile silvestre en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. 162

Cuadro 5.9 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de la procedencia de Chiapas cosechados en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. 163

Cuadro 5.10 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de la procedencia de Querétaro en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. 163

Cuadro 5.11 Diámetros polar y ecuatorial de frutos rojos de tres procedencias de chiles silvestres en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes..... 165

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Mapa de colecciones de chiles silvestres recolectados en 2006 y 2007 (Kraft et al. 2014).</i>	18
<i>Figura 2.1 Plantula de procedencia de Chiapas (primera siembra).</i>	48
<i>Figura 2.2 Plantula de procedencia de Querétaro (primera siembra).</i>	48
<i>Figura 2.3 Plantula de procedencia de Sonora (primera siembra).</i>	48
<i>Figura 2.4 Plantula de procedencia de Nuevo León (primera siembra).</i>	48
<i>Figura 2.5 Plantula de procedencia Sonora a 93 dds (segunda siembra).</i>	50
<i>Figura 2.6 Plantula de procedencia Chiapas a 93 dds (segunda siembra).</i>	50
<i>Figura 2.7 Plantula de procedencia Querétaro a 93 dds (segunda siembra).</i>	51
<i>Figura 2.8 Comportamiento de sobrevivencia de planta de Sonora durante acondicionamiento de planta.</i>	52
<i>Figura 2.9 Comportamiento de sobrevivencia de planta de Chiapas durante acondicionamiento de planta.</i>	52
<i>Figura 2.10 Comportamiento de sobrevivencia de planta de Querétaro durante acondicionamiento de planta.</i>	53
<i>Figura 2.11 Sistema radicular de procedencia de Chiapas a 96 dds.</i>	54
<i>Figura 2.12 Sistema radicular de procedencia de Sonora a 96 dds.</i>	54
<i>Figura 2.13 Sistema radicular de procedencia de Querétaro a 96 dds.</i>	55
<i>Figura 2.14 Comportamiento de sobrevivencia de tres procedencias de chile silvestre durante su estancia en invernadero (hasta el 28 de marzo) y en túnel.</i>	55
<i>Figura 3.1 Área de estudio. Municipio de Calvillo, Aguascalientes.</i>	70
<i>Figura 3.2 Diseño de selección de árboles de guayabo.</i>	72
<i>Figura 3.3 Muestreo de suelos en huertas de guayaba.</i>	73
<i>Figura 3.4 Trasplante de procedencia “Chiapas” en asociación con árbol de guayaba.</i>	75
<i>Figura 3.5 Trasplante de procedencia “Sonora” en asociación con árbol de guayaba.</i>	75
<i>Figura 3.6 Trasplante de procedencia “Querétaro” en asociación con árbol de guayaba.</i>	75
<i>Figura 3.7 Representación del modelo de plantación de las 3 procedencias de chile silvestre en asociación con árbol de guayaba.</i>	76
<i>Figura 3.8 Porcentaje de arena, arcilla, limo y saturación de suelo en las cuatro huertas de guayabo seleccionadas en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.</i>	77
<i>Figura 3.9 Porcentaje de materia orgánica en suelos de cuatro huertas de guayabo en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.</i>	78
<i>Figura 3.10 Densidad aparente, pH y conductividad eléctrica en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.</i>	80

Figura 3.11 Nitrógeno y Fósforo presente en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.81

Figura 3.12 Contenido de Potasio, Calcio y Magnesio en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.82

Figura 3.13 Capacidad de intercambio catiónico presente en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.83

Figura 3.14 Contenido de micronutrientes (Na, Fe, Mn, Zn, Cu y B) en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.85

Figura 3.15 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 1”.87

Figura 3.16 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.89

Figura 3.17 Presencia de P. clavata en plantas de chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes.90

Figura 3.18 Daño ocasionado a plantas de chile silvestre por P. clavata.90

Figura 3.19 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 3”.91

Figura 3.20 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 4”.93

Figura 3.21 Sobrevivencia y establecimiento (a 8 y 30 dds respectivamente) de tres procedencias de chiles silvestres en 4 huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.96

Figura 4.1. Crecimiento postrado de procedencia de Querétaro. 112

Figura 4.1. Crecimiento erecto de procedencia de Querétaro. 112

Figura 4.3 Rebrote de procedencia de Chiapas después de sufrir daños físicos por manejo en la huerta de guayabos. 120

Figura 4.4. Estancamiento de agua en cajete de guayabo ocasionado por el riego por gravedad. 122

Figura 4.5 Huella de ganado bovino en cajete de guayabo. 122

Figura 4.6 Daño a planta por desmalezado con desbrozadora. 122

Figura 4.7 Floración de procedencia de Chiapas. 127

Figura 4.8 Floración y fructificación de procedencia de Querétaro. 129

Figura 4.9 Daños ocasionados por P. clavata en una planta de chile silvestre de la procedencia de Chiapas. 135

Figura 4.10 Presencia de pulgón (Myzus persocae) en procedencia de Chiapas. 136

Figura 4.11 Daño en tallos y ramas por deshierbe de cajete y poda de guayabos. 137

Figura 4.12 Deficiencia de drenaje en cajete de guayabo dentro de la “Huerta 4”. 137

Figura 4.13 Daño en tallo a planta de chile silvestre en la “Huerta 1” por deshierbe de cajete. 138

Figura 4.14 Daño en frutos de chile silvestre atribuido a las aves. 139

Figura 4.15 Planta de procedencia de Sonora con síntoma de clorosis. 140

Figura 4.16 a) Daños foliares por P. clavata en procedencia de Sonora, b) huevecillos de P. clavata en hojas de chile silvestre. 141

Figura 4.17 a) Adulto de P. clavata, b) Larva de P. clavata alimentándose de hojas de planta de chile silvestre. 141



RESUMEN

En el presente trabajo denominado “Viabilidad adaptativa de cuatro procedencias de chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) bajo un sistema de manejo agroforestal en huertas de guayabo (*Psidium guajava* L.) en el municipio de Calvillo, Aguascalientes” se abordan cuatro secciones o capítulos, que conforman cada uno un manuscrito en formato de publicación científica.

El primer capítulo aborda el tema de la eficiencia en los procesos de escarificación y germinación de semillas de cuatro procedencias de chile silvestre (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*), basados en protocolos de germinación diseñados en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Además, se atienden los temas de producción de planta de calidad de chiles silvestres en vivero y del acondicionamiento previo al trasplante, siendo este último un aspecto importante, ya que tendrá influencia en la sobrevivencia de las plantas en campo, somtiéndolas a condiciones similares al lugar donde se establecerán.

En el segundo capítulo se tratan temas de selección de huertas y árboles de guayabo, de los análisis de suelo realizados en cada una de las huertas de guayabos, y del manejo interno que se tiene en cada una de ellas. Además, como tema fundamental se aborda la sobrevivencia y establecimiento de las plantas de tres procedencias de chile silvestre (Sonora, Querétaro y Chiapas) en cuatro huertas de guayabos, realizando los conteos de plantas vivas a 8 y 30 días después del trasplante (dds).

En el tercer capítulo se abordan aspectos relacionados con el crecimiento y desarrollo fenológico de las tres procedencias de chiles silvestres, analizando factores bióticos y abióticos que pudieron influir en estas variables. Así mismo, se habla del estado fitosanitario que presentaron las plantas de las tres procedencias en cada una de las huertas durante el desarrollo del presente trabajo, destacando la presencia de un insecto masticador identificado como *Plagiometriona clavata*, un Coleóptero que se

asocia a las poblaciones silvestres de chiltepín en Sonora, Baja California Sur, Tamaulipas y Nuevo León.

El cuarto y último capítulo se enfoca en la evaluación del rendimiento y calidad física de los frutos frescos y secos de las tres procedencias de chiles silvestre que se colectaron hasta el día 11 de noviembre del año 2017.

Palabras clave: *Capsicum annum* var *glabriusculum*, chile silvestre, trasplante, sobrevivencia, adaptación, guayabos.



ABSTRACT

In the present work called "Adaptive viability of four provenances of wild chile (*Capsicum annuum* var. *Glabrisuculum*) under a system of agroforestry management in orchards of guava (*Psidium guajava* L.) in the municipality of Calvillo, Aguascalientes" four sections are addressed, that each form a manuscript in scientific publication format.

The first chapter addresses the issue of efficiency in the processes of scarification and germination of seeds from four provenances of wild chile peppers (*Capsicum annuum* var. *Glabrisuculum*), based on germination protocols designed at the Autonomous University of Aguascalientes. In addition, issues of production of quality plant wild chilies in nursery and conditioning prior to transplantation, the latter being an important aspect as it will influence the survival of plants in the field, subjecting them to conditions similar to the place where will be established.

The second chapter deals with issues of selection of orchards and guayabo trees, of the soil analyzes carried out in each one of the guayabo orchards and of the internal management that is had in each one of them. In addition, as a fundamental theme, the survival and establishment of plants from three wild chili peppers provenances (Sonora, Querétaro and Chiapas) in four guayabo orchards, making counts of live plants at 8 and 30 days after transplanting.

The third chapter addresses aspects related to the growth and phenological development of the three types of wild chili peppers, analyzing biotic and abiotic factors that could influence these variables. We also talk about the phytosanitary status presented by the plants of the three provenances in each of the orchards during the development of this work, highlighting the presence of a chewing insect identified as *Plagiometriona clavata*, a Coleoptera that is associated with populations of Chiltepín Wildlife in Sonora, Baja California Sur, Tamaulipas and Nuevo León.

The fourth and last chapter focuses on the evaluation of the yield and physical quality of the fresh and dried fruits of the three provenances of wild chili peppers that were collected until November 11, 2017.

Keywords: *Capsicum annum* var *glabriusculum*, wild chili peppers, transplant, survival, adaptation, guava tree.



INTRODUCCIÓN GENERAL

México es considerado Centro de Diversidad de diferentes géneros y especies de flora silvestre, entre ellos, del maguey (*Agave spp.*), el maíz (*Zea maíz*) y del chile (*Capsicum annum*) (Acevedo, 2008). En México, el chile silvestre se encuentra asociado a diferentes tipos de vegetación como son: matorral arborescente, espinoso o sub-montano y a la selva baja caducifolia. Este tipo de chile es una fuente adicional de ingresos en la época de recolecta, alcanzando niveles de hasta 46% del total del ingreso familiar, interviniendo aproximadamente 15% de la población rural de las áreas de explotación del recurso.

En México, las principales amenazas a la biodiversidad están constituidas por la transformación del hábitat, la sobreexplotación de especies, contaminación de los ecosistemas, introducción de especies invasoras y el cambio climático. El crecimiento de las zonas urbanas, el cambio de uso del suelo para actividades productivas (principalmente agricultura y ganadería) y el crecimiento de infraestructura han ocasionado el detrimento de comunidades y poblaciones de flora y fauna, no solo en México, sino en el mundo (Llorente y Ocegueda, 2008). En el caso de los chiles silvestres, aunque no se tiene registrado, las dos primeras amenazas juegan un papel importante en la probable disminución de la distribución natural de las especies en su hábitat natural.

Para la conservación de la especie se han realizado algunos trabajos basados principalmente en colectas de accesiones de diferentes localidades (Kraft, 2014), que incluyen su distribución actual y potencial (Pérez-Chávez, 2013), lo que contribuiría a una posible recuperación a través de estrategias de restauración. Desde la parte productiva, se han realizado algunos trabajos en Estados del Noreste de la República Mexicana (Nuevo León y Tamaulipas) teniendo resultados factibles, sobre todo en huertos de naranjo a través de proyectos agroforestales de producción y adaptación de plantas de chile silvestre. Por otra parte, en la selva sinaloense el aprovechamiento del chile silvestre se realiza a través de la extracción completa de la planta, por lo que es muy posible que con el paso del tiempo disminuya la producción. Para una reproducción asistida se han desarrollado estudios donde se analizan varias estrategias de reproducción con fines de recuperación de la población original (Araiza-Lizarde et al., 2011).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

En el Estado de Aguascalientes existe poca información sobre la producción y explotación de recursos forestales no maderables, ya que solo se han desarrollado pruebas piloto en el municipio de Calvillo con orégano silvestre (CONAFOR 2014) y recientemente con el análisis de la viabilidad reproductiva de laurel silvestre (*Litsea glauscecens*), aunque en ambos casos no se ha logrado el establecimiento de unidades productivas. Respecto a la producción o implementación de sistemas agroforestales con chile silvestre no existe información.

Aunque en los últimos 10 años el municipio de Calvillo ha intentado diversificar su fuente económica, principalmente mediante la instalación de fábricas, sitios de turismo de naturaleza y distribuidoras de productos, la actividad económica de las áreas rurales de este municipio sigue dependiendo del cultivo de la guayaba y de la ganadería. La producción de guayaba ha ido mermando en el municipio de Calvillo, debido a la competencia de mercado que existe con otros Estados vecinos, principalmente Michoacán y Zacatecas. Debido a lo anterior y al bajo costo que perciben los productores por su producto, los huertos de guayaba han sido abandonados, eliminados o bien reconvertidos a otro cultivo.

Por tales razones, se pretende evaluar la adaptación del chile chiltepín, primero, bajo condiciones de nodrizaje y posteriormente mediante un cultivo a través de un sistema de manejo agroforestal incorporando estrategias productivas a corto, mediano y largo plazo (especies forrajeras, productoras de extractos, medicinales y maderables) como una alternativa a los productores de guayaba en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades de *Capsicum*.

Todos los chiles pertenecen al género *Capsicum* de la familia Solanácea, a la cual pertenecen el tomate, la papa, la berenjena y otras especies cultivadas. Asimismo, todas las formas domesticadas que conocemos del género *Capsicum* provienen de sus parientes silvestres a través del proceso de domesticación. De las aproximadamente 30 especies actualmente reconocidas y científicamente clasificadas de *Capsicum*, solo cinco han sido domesticadas (*C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. baccatum*). El resto, unas 25 especies, son silvestres y se encuentran distribuidas a lo largo del continente americano, desde el suroeste de EUA hasta el norte de Argentina (Luna Ruíz, 2010).

Capsicum annum L. es la especie cultivada de *Capsicum* de mayor importancia económica mundial, ya que es la que más se cultiva y la que tiene mayor volumen de producción. Las formas y parientes silvestres de *Capsicum* se distribuyen desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de Paraguay y norte de Argentina (Hernández-Verdugo et al., 1998; Kumar et al., 2010) mencionan que *Capsicum annum* se divide en el grupo de los no picantes (pimientos), y el grupo de los pungentes también llamados “chiles picantes”. Como ejemplo se tiene a *C. frutescens* y *C. chinense* que generalmente son picantes y pueden ser usados en fresco o en seco. El tamaño, color y la pungencia del chile variará de acuerdo al tipo y uso que se le vaya a dar.

1.2 México como centro de origen de varios géneros de plantas.

México se encuentra entre los 12 países considerados como megadiversos; se calcula que en su conjunto hay 12 países (Brasil, Colombia, Indonesia, México, Ecuador, Perú, Zaire, Madagascar, Australia, China, India y Malasia) que albergan entre 60 y 70% de la biodiversidad del mundo. La gran riqueza biológica de nuestro país se debe a la complicada topografía y al complejo mosaico que presenta el territorio nacional, los cuales desencadenan en una gran variedad de climas y hábitats que albergan una enorme diversidad de especies de flora y fauna. México ha dado al mundo especies de

interés económico como el maíz, cacao, chile y calabaza, entre otras (Vázquez Conde, 2016).

1.3 El género *Capsicum* en México

El consumo de chile (*Capsicum annum* L.) data de tiempos prehispánicos y actualmente está arraigado en todos los estratos socioeconómicos del país. El chile interviene en la dieta diaria de los mexicanos en diversas presentaciones, ya sea en verde, seco, polvo, encurtidos, salsas, etc. (Rodríguez del Bosque et al., 2003).

El género *Capsicum* es originario de América y como mencionan Kumar et al., (2010) existen tres distintos centros de origen de las especies cultivadas: a) México (*C. annum*), b) la Cuenca del Amazonas (*C. chinense* y *C. frutescens*) y c) la región de Bolivia y Perú (*C. baccatum* y *C. pubescens*). La especie cultivada de chile más importante a nivel mundial es *C. annum*, la cual fue domesticada hace unos 6,000 años en el centro-oriente de México por la cultura Otomangue, aunque los chiles ya eran consumidos de manera silvestre mucho antes de su domesticación (Luna Ruíz, 2015).

En México las poblaciones de chiles silvestres se localizan principalmente en selva baja caducifolia, a las orillas de caminos, huertos, potreros y bajo vegetación remanente cerca de los campos de cultivo, generalmente como menciona Hernández-Verdugo et al., (1998) a altitudes menores a 1000 msnm. Dichas poblaciones pertenecen principalmente a *Capsicum annum* var. *glabriusculum*, que son consideradas un recurso genético muy valioso para la agricultura y la alimentación. Cabe mencionar que los genes de *Capsicum* silvestre son potencialmente útiles para la solución de problemas agrícolas, como la resistencia a enfermedades.

En México, las plantas silvestres de *Capsicum* son perennes, herbáceas o trepadoras, que pueden alcanzar 4 m de altura y se reproducen sólo por semilla; tienen frutos pequeños, rojos y pungentes que son consumidos y dispersados por las aves (Guerrero Velázquez, 2015).

Kraft et al., (2014) colectaron semillas de chiles silvestres en diversos estados de la República Mexicana (Figura 1.1), entre los que destacan: Sonora, Baja California, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Querétaro, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, península de Yucatán, Chiapas y Oaxaca.

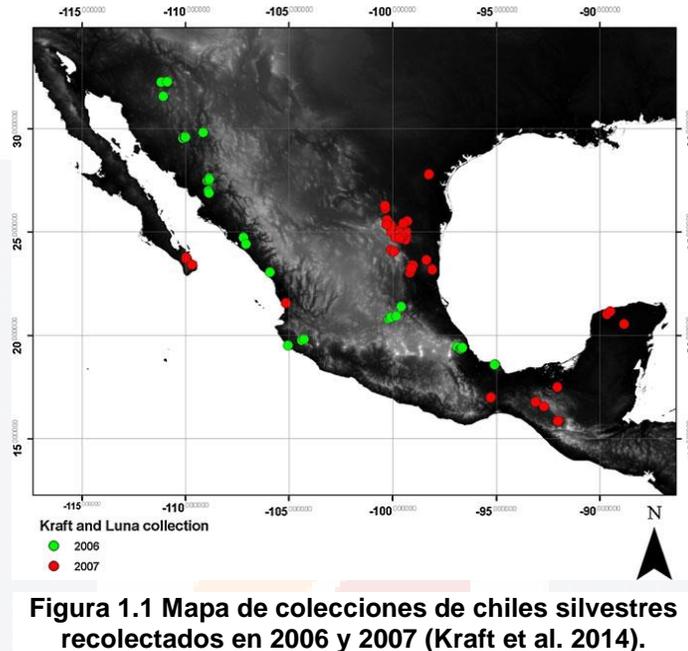


Figura 1.1 Mapa de colecciones de chiles silvestres recolectados en 2006 y 2007 (Kraft et al. 2014).

1.4 Domesticación de plantas cultivadas

Hay evidencias que indican que la agricultura surge en el holoceno, hace unos diez mil años. Al menos se reconocen cinco zonas independientes para la aparición de la agricultura y, por lo tanto, de plantas domesticadas. El trigo (*Triticum monococcum* y *T. dicoccum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) fueron los primeros cereales domesticados 9 500 años antes de nuestra era.

Díaz (2010) menciona que para cultivar una especie silvestre es necesario modificar el esquema genético resultante de procesos de selección natural a otros, adaptado a condiciones manejadas por el hombre y a otros propósitos antropocéntricos.

La interacción que se ha establecido a lo largo de miles de años entre los seres humanos y las plantas cultivadas ha hecho a ambos mutuamente dependientes, a tal grado que la mayoría de las plantas domesticadas no podrían sobrevivir sin la ayuda del hombre, y la civilización actual no podría sobrevivir sin las plantas cultivadas. Sin embargo, como mencionan Butanda-Ochoa and Bioquímico (2014) el grado de presión al que se han visto sometidas las plantas silvestres durante el proceso de domesticación, han perjudicado principalmente sus sistemas de apareamiento y mecanismos de dispersión, además de caracteres genéticos, morfológicos y fisiológicos.

Aunque la agricultura es un proceso productivo donde están involucrados tanto el cultivo como la domesticación de las plantas, estos dos últimos no son sinónimos (Casas and Caballero, 1995). El concepto de cultivo incluye un conjunto de formas de manejo, ya sea de poblaciones o comunidades vegetales, mientras que la domesticación se considera un proceso evolutivo que resulta de manipular los genotipos de las plantas silvestres. La domesticación se define, por tanto, como un proceso de selección genética continuo (consciente o inconscientemente) ejercida por los humanos durante la adaptación de plantas y animales, que puede ser para el cultivo o crianza, respectivamente.

La domesticación implicará el seleccionar plantas con ciertas características deseables. Estas plantas bajo cultivo y presiones de selección llegan a presentar lo que se conoce como síndrome de la domesticación. En general, el síndrome de la domesticación incluye un aumento en el tamaño de los rasgos deseados, mayor succulencia, mayor tamaño, insensibilidad al fotoperiodo, eliminación de latencia en la semilla y una disminución de la capacidad de dispersión y reproducción sexual de las plantas. Raya-Pérez et al., (2010) mencionan que el proceso de domesticación deriva en una pérdida de diversidad genética de las plantas domesticadas respecto a sus parientes silvestres.

1.5 Aprovechamiento de chile silvestre en México

En México además de la gran variedad de chiles cultivados, se cuenta con un gran número de chiles silvestres de crecimiento espontáneo y con tendencia a ser perennes, recibiendo muchas denominaciones locales o regionales entre los que se encuentran:

chiltepín, chilpaya, chile parado, chile de monte, pico de pájaro, pico de paloma, etc. (Pozo and Ramírez, 2003).

Los frutos de los chiles silvestres presentan una gran variabilidad de forma en sus frutos, presentándose redondos, ovalados, cónicos y alargados, pero todos con la peculiar característica de ser pequeños; las tonalidades van de verde en estado inmaduro y color rojo intenso y brillante al madurar. Todas estas características lo hacen atractivo a las aves, quienes son sus principales diseminadores al alimentarse de ellos (Pozo and Ramírez, 2003).

En el caso de *Capsicum annuum L. var. glabriusculum* se tiene gran relevancia en el territorio nacional, sobre todo en dos regiones muy marcadas: Noroeste y Noreste. En el caso del Noroeste (Sinaloa y Sonora principalmente) se le conoce como "chiltepín". El tamaño, forma y sabor del fruto es similar al obtenido en la región Noreste; pero presentando algunas diferencias morfológicas como son hojas ovales y presencia de pubescencias en tallos y hojas (Pozo and Ramírez, 2003). Se encuentra distribuido en diferentes tipos de vegetación como son: matorral arborescente y a la selva baja caducifolia (Morales Cuen et al., 2010). En esta zona prefiere un clima de muy seco y cálido, a semiseco y templado, con precipitaciones medias anuales de 300 a 1000 milímetros y una temperatura media anual de 18 a 22 grados centígrados.

Según Rodríguez del Bosque et al., (2003) el noreste del país (Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas) es probablemente una de las regiones donde más se produce y consume el chile silvestre. Requiere precipitaciones medias anuales de 500 mm y temperaturas medias anuales de entre 21 y 24°C, con baja probabilidad de ocurrencia de heladas. Se le conoce como chile piquín y entre las principales características del fruto, además del sabor característico, es el no presentar antocianinas, las cuales son sustancias que provocan un color oscuro en el fruto que demerita su calidad visual (Sandoval Rangel, 2011).

1.6 Problema del aprovechamiento de chiles silvestres

1.6.1 Latencia en semillas.

Finch-Savage and Leubner-Metzger (2006) mencionan que la latencia es una propiedad innata de las semillas que va a definir bajo qué condiciones ambientales será capaz de germinar, y que viene determinada por la genética, con una gran influencia ambiental que está mediada al menos en una parte, por los ácidos abscisico de la planta y las giberelinas.

Finch-Savage and Leubner-Metzger (2006) citan a varios autores (Vleeshouwers et al. 1995; Thompson, 2000; Fenner & Thompson, 2005), quienes mencionan que la latencia de las semillas no está únicamente asociada a la ausencia de la germinación; de hecho, es una característica de la semilla que determina las condiciones que requiere la misma para poder germinar.

La clasificación de los sistemas de latencia según Finch-Savage and Leubner-Metzger, (2006) se divide en cinco tipos:

1. **Latencia fisiológica:** es la forma más abundante y se encuentra en las gimnospermas y en la mayoría de las angiospermas. Es la forma de latencia más prevaleciente en los bancos de semillas de clima templado y la clase más abundante en el campo. Se reconocen tres niveles de este tipo de latencia: profunda, intermedia y no profunda.
2. **Latencia morfológica:** este tipo de latencia es evidente en semillas donde los embriones no están suficientemente desarrollados (en términos de tamaño). Los embriones no están latentes (fisiológicamente), simplemente necesitan tiempo para crecer y germinar.
3. **Latencia morfofisiológica:** también son evidentes en las semillas donde los embriones no están desarrollados, pero de manera adicional tienen un componente para su latencia. Este tipo de semillas requieren un tratamiento para romper la latencia, por ejemplo, combinaciones de escarificación en caliente o en frío.

4. **Latencia física:** es causada por la capa de impermeabilidad en las semillas o por la protección que la fruta proporciona al mantener el control del agua. La escarificación mecánica o química puede romper la latencia en este tipo de semillas.
5. **Latencia combinada:** Es evidente en semillas con capas impermeables combinadas con latencia fisiológica del embrión.

Una de las principales limitantes para la explotación comercial del chile piquín es la latencia que presenta la semilla, que ocasiona una baja germinación, la cual en condiciones naturales es inferior al 5% (Rodríguez del Bosque et al., 2003).

1.6.2 Manejo Fitosanitario del chile silvestre

En general para los chiles silvestres no se llegan a presentar problemas serios de plagas en su hábitat natural, aunque puede llegar a presentarse de manera ocasional algunos insectos que dañen el follaje de las plantas. El problema de plagas se puede agudizar cuando se realizan siembras comerciales de chile silvestre, tal como ocurre con la explotación intensiva de otros tipos de chiles (Rodríguez del Bosque et al., 2003). Los insectos que pudiesen dañar la producción de chile silvestre pueden ser:

- Gallina ciega (*Phyllophaga spp* y *Anomala spp*).
- Gusano trozador (*Agrotis spp* y *Prodenia spp*).
- Araña roja (*Tetranychus urticae*)
- Pulgones (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii*)
- Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*)
- Chiva del encino (*Pterophylla beltrani*).

Para las plagas mencionadas es importante realizar muestreos de manera periódica con el fin de poder detectar infestaciones tempranas de estos insectos.

1.6.3 Plantas nodrizas.

Existen interacciones positivas entre diferentes especies de plantas donde una de ellas incrementa la supervivencia, crecimiento y/o reproducción de otra. En años recientes

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

este tema ha cobrado mucha importancia y se han reportados diversos casos en diferentes ecosistemas, siendo particularmente frecuente en ambientes estresantes (Acuna-Rodriguez et al., 2006).

Un indicador de los efectos nodriza en las plantas “protegidas” es el crecimiento, el cual puede deberse a una mayor concentración de nutrientes. Un ejemplo claro es dado por Ramírez-Contreras and Rodríguez-Trejo (2009), donde mencionan que las raíces de algunas plantas pueden alterar la solución del suelo y hacer disponible o incrementar la disponibilidad de fosforo inorgánico mediante la acidificación de la rizósfera, la exudación de ácidos orgánicos, y la secreción de fosfatos.

Incluso se han encontrado algunas especies donde las semillas se encuentran vulnerables a ciertas condiciones de estrés, las cuales evitan la germinación de las mismas, y en donde las plantas nodriza juegan un papel fundamental al mejorar las condiciones para que éstas puedan establecerse. Lo anterior se logra bajo dos mecanismos: la disminución de factores ambientales negativos como la herbivoría, temperaturas extremas y alta radiación solar, o por el incremento de recursos benéficos de las plantas nodriza (Acuna-Rodriguez et al., 2006).

La interacción entre plantas nodriza y su “protegido” puede ser mediante protección física contra herbívoros, o mejorando la tolerancia de la planta a diversos factores. Acuna-Rodriguez et al. (2006) mencionan que la tolerancia a la herbivoría ha sido definida como la habilidad de reducir el impacto de daño en la salud de la planta. Los mecanismos de tolerancia de las plantas incluyen recursos de relocalización, incremento en los rangos de fotosíntesis e incremento en actividad de los meristemas.

Se han realizado trabajos sobre el efecto nodriza en plantaciones forestales y sobre el establecimiento y restauración de cactáceas en zonas áridas. Por ejemplo, en éste último caso se sabe que existen arbustos que actúan como “planta nodriza”, generando un micro-sitio óptimo para su “protegido” (cactus), donde se encontrará bajo sombra (atenuando las altas radiaciones), además encontrará materia orgánica y por consiguiente nutrientes derivados de la descomposición de hojarasca proveniente del arbusto, y una mayor disponibilidad de agua (Ramírez, 2011).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Sin embargo, en recientes estudios realizados en diferentes zonas áridas y semiáridas del mundo, Ramírez (2011) menciona que bajo condiciones de alto estrés ambiental se producen interacciones de competencia, principalmente recursos limitantes como el agua, ocasionando que las plantas nodriza compitan con sus plantas protegidas; dicho fenómeno se ha denominado en algunas partes del mundo como “sombra seca”.

1.7 Aprovechamiento de la guayaba (*Psidium guajava* L.)

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es un cultivo originario de América y actualmente se encuentra muy difundido en todo el mundo; pertenece a la familia de las Myrtáceas, es frondoso y alcanza de 5 a 6 metros de altura, pero si se maneja adecuadamente con podas, no sobrepasa los 3 m (Yam Tzec y col., 2010).

La guayaba está clasificada como uno de los frutos más conocidos y estimados en la mayor parte del mundo. La producción mundial de guayaba es de alrededor de 1.2 millones de toneladas; la India y Pakistán aportan el 50%, México produce el 25% y el resto lo aportan otros países como Colombia, Egipto y Brasil. En México la producción de guayaba es del orden de las 300 mil toneladas anuales; destacando por su aportación los estados de Michoacán (37 %), Aguascalientes (35 %), Zacatecas (21%) y el 7% restante lo aportan el Estado de México, Jalisco y Querétaro. Siendo el valor de la producción del orden de los 1200 millones de pesos (Yam Tzec y col., 2010).

La guayaba es una fruta que se ha cultivado por más de un siglo en nuestro país; los inicios de su producción fueron en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, con el paso del tiempo la producción de esta fruta se llevo a cabo en otros estados de la República como Michoacán, el principal productor con 44% de la producción nacional en 2008 (SIAP, 2008), Zacatecas, Jalisco, Estado de México, entre otros. Sin embargo, a nivel nacional la producción de guayaba no es muy relevante. Representa el 1.6% de la producción de frutas (SIAP 2008).

A nivel regional el cultivo de guayaba es de suma importancia, ya que existe una región entre el Estado de Aguascalientes y Zacatecas formada por Calvillo, Ags., y el cañón de Juchipila, que prácticamente tienen un siglo subsistiendo de la producción de Guayaba, estimándose que existen 4,500 productores, pequeños propietarios o ejidatarios, quienes

a su vez generan empleos rurales y generan una derrama económica en la región (SAGARPA, 2016).

El cultivo de la guayaba se concentra en tres estados: Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán, los que durante el periodo de 1990-1997 contribuyeron con el 90% de la superficie cosechada a nivel nacional, y con el 94 por ciento de la producción total del país (Yam Tzec y col., 2010). En el Cuadro 1.1 se presenta información sobre los costos de las principales labores del cultivo de guayaba en México.

Cuadro 1.1 Porcentaje de costos de las principales labores de cultivo en la producción de Guayaba en México; datos expresados en % (SAGARPA, 1998).

COSTO TOTAL	100
Labores de cultivo	9.9
Riego y drenaje	2.3
Fertilización	17.6
Control de plagas y enfermedades	12.8
Cosecha	11.5
Selección de empaque	2.9
Empaque y envases	20.9

1.8 Sistemas Agroforestales

La agroforestería es un sistema donde los árboles se combinan espacial y/o temporalmente con animales y/o cultivos. Tienen la finalidad de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente cultivo o animal (Altieri et al., 1999). Además, sostienen que los Sistemas Agroforestales deben incorporar 4 características las cuales son:

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- **Estructura:** Combinación de árboles, cultivos y animales.
 - **Sustentabilidad:** Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra.
 - **Incremento de la productividad:** Al mejorarse los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, agua, luz) se esperará que la producción sea mayor que en los sistemas convencionales.
 - **Adaptabilidad cultural/socioeconómica:** De fácil adaptación para pequeños agricultores, ya que no requiere del uso de alta tecnología.

Los sistemas agroforestales pueden agruparse en cuanto a su estructura, de la siguiente manera (Altieri et al.,1999):

-
- **Agrosilvicultura:** Cultivos agrícolas + cultivos boscosos.
- **Sistemas silvopastoriles:** Producción de madera y forraje + crianza de animales domésticos.
- **Sistemas agrosilvopastoriles:** Producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas + crianza de animales domésticos.
- **Sistemas de producción forestal de multipropósito:** Uso y manejo de especies forestales para producción no solo de madera, sino también de frutos y/hojas para alimento y/o forraje.

1.9 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México a nivel mundial es considerado uno de los países con mayor diversidad vegetal y uno de los principales centros de domesticación de las plantas cultivadas. Dentro de las primeras plantas domesticadas en el continente americano está el chile, *Capsicum* (*Solanaceae*), cultivo que ha jugado un papel muy importante en la cultura y la alimentación de la población mexicana desde épocas prehispánicas.

Capsicum annuum var. *glabriusculum* es considerado un recurso forestal no maderable de gran importancia en el país, sobre todo en la parte Norte (Sonora, Sinaloa, Nuevo León y Tamaulipas). El valor que llega a alcanzar en el mercado el chile silvestre en la zona Noreste del país es alto, prueba de ello es que los consumidores están dispuestos a pagar un alto precio por este producto en comparación con tipos de chile comercial, debido a que el chile silvestre se considera un producto con mejor sabor, calidad y en el entendido que se requiere un arduo trabajo para su producción (Villalón y col., 2014).

El municipio de Calvillo, Ags. históricamente se ha caracterizado como uno de los principales productores de guayaba en el país, alcanzando producciones de hasta 109,000 toneladas en un año; aunque en los últimos se ha presentado un retroceso en su producción debido a la competencia en el mercado Nacional, y principalmente con el Estado de Michoacán, lo que ha conllevado a que los productores abandonen sus huertos o los reconviertan a otro cultivo.

Por lo anterior, se plantea realizar un estudio sobre el proceso de adaptación del chile silvestre como un recurso forestal no maderable en asociación con árboles de guayaba en edad reproductiva, que proporcionen un ingreso extra a los productores de este municipio, y que a su vez, por medio de restauración activa pueda establecerse esta especie.

1.10 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1. El porcentaje de germinación de las semillas de de las procedencias varía en función del tratamiento pregerminativo aplicado.
2. El grado de adaptación de las plantas de chile silvestre en la región de Calvillo, varía en función de la ecorregión de procedencia.
3. El crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas de chile silvestre es diferente para cada una de las procedencias.
4. El estado fitosanitario de las plantas de chile silvestre presenta diferentes niveles de afectación para cada una de las cuatro procedencias.
5. El rendimiento y la calidad física de los frutos varía en función de cada una de las procedencias de origen.

1.11 OBJETIVO

Determinar el grado de adaptación de cuatro procedencias de chile silvestre (*C. annum var glabriuscculum*) de diferentes eco-regiones del país en la región de Calvillo, Ags., en asociación con árboles en edad productiva de Guayabo (*Psidium guajava*) bajo un sistema de manejo agroforestal.

1.12 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACUNA-RODRIGUEZ, I. S., CAVIERES, L. A. & GIANOLI, E. 2006. Nurse effect in seedling establishment: facilitation and tolerance to damage in the Andes of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79.
- ALTIERI, M. A. H., LIEBMAN, S., MAGDOFF, M., NORGAARD, F., SIKOR, R. & THOMAS, O. 1999. *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*, Nordan-Comunidad.
- BELETA, J. & GELLA, F. J. 1990. Método recomendado para la determinación en rutina de la concentración catalítica de la gamma glutamiltransferasa en suero sanguíneo humano. *Química Clínica*, 9, 58–61.
- BUTANDA-OCHOA, A. & BIOQUÍMICO, M. 2014. Importancia del chile silvestre (*Capsicum annuum*) como recurso genético de México. *Mensaje Bioquímico*, 41.
- CASAS, A. & CABALLERO, J. 1995. *Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica*.
- DÍAZ, F. 2010. El proceso de domesticación en las plantas. *Revista Casa del Tiempo*, 28, 66-70.
- FINCH-SAVAGE, W. E. & LEUBNER-METZGER, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171, 501-523.
- GOBERNACIÓN., I. P. E. F. Y. D. M. S. D. 2010. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Aguascalientes*. [Online]. Available: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM01aguascalientes/index.html> [Accessed].
- GUERRERO VELÁZQUEZ, R. 2015. Niveles de dormancia en semillas de chile silvestre de diferentes ecorregiones y desarrollo de protocolos para la germinación y regeneración de accesiones.
- HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., GUEVARA-GONZÁLEZ, R., RIVERA-BUSTAMANTE, R., VÁZQUEZ-YANES, C. & OYAMA, K. 1998. Los parientes silvestres del chile (*Capsicum* spp.) como recursos genéticos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62, 171-181.
- KRAFT, K. H., BROWN, C. H., NABHAN, G. P., LUEDELING, E., DE JESÚS LUNA RUIZ, J., D'ECKENBRUGGE, G. C., HIJMANS, R. J. & GEPTS, P. 2014. Multiple lines

of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 6165-6170.

KUMAR, R., RAI, A. B., RAI, M. & SINGH, H. P. 2010. *Advances in Chilli Research*, Studium Press.

LUNA RUÍZ, J. D. J. 2010. *Producción, conservación y evaluación de semilla de chile: manual para productores*, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

LUNA RUÍZ, J. D. J. 2015. Los Recursos Genéticos de *Capsicum*. 13° SIMPOSIO INTERNACIONAL, 8° CONGRESO NACIONAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE Y II SIMPOSIO SOBRE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS. Aguascalientes: Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C. Sistema Nacional de Inspección y certificación de semillas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Colegio de Posgraduados Campus Puebla. Universidad Autónoma de Aguascalientes (Centro de Ciencias Agropecuarias). Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX,S.C.

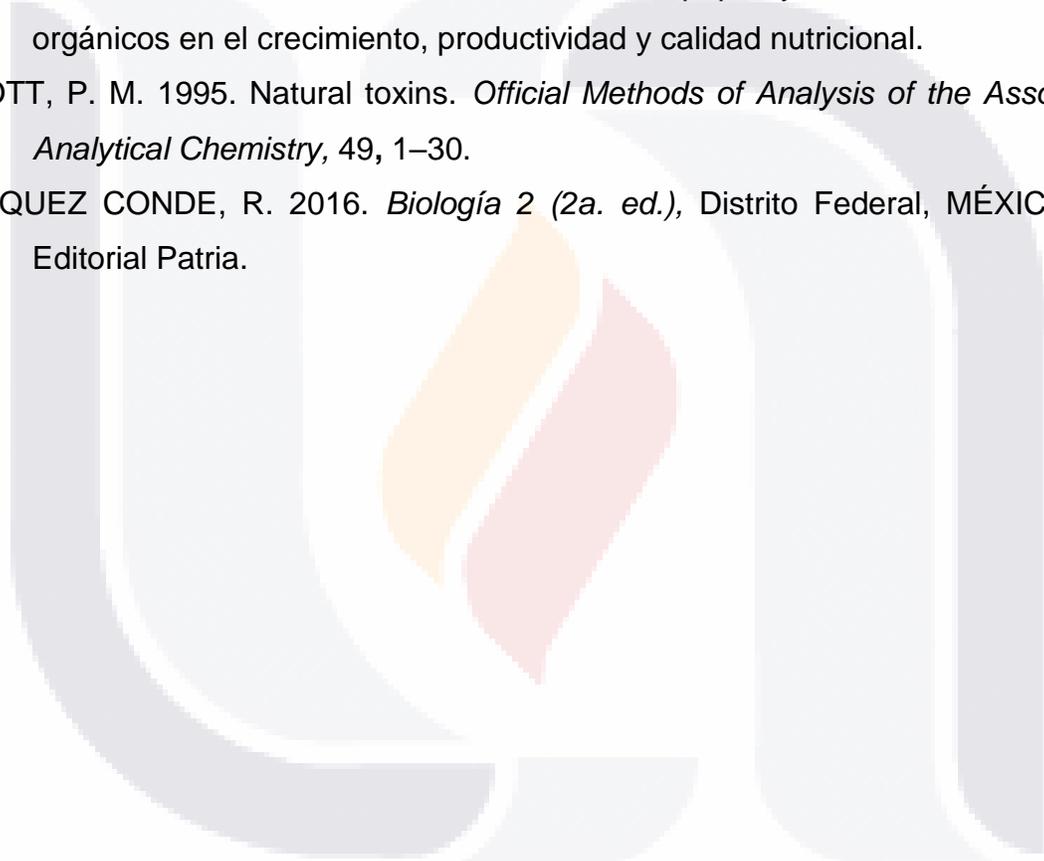
MORALES CUEN, A., MÁRQUEZ CASTILLO, A. & MOLINA MALDONADO, C. 2010. Técnicas para el establecimiento y producción de chiltepín silvestre, bajo un sistema agroforestal en Sonora, México. *Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. In: TECNOLOGÍAS, T. Y. A. D. (ed.). Zapopan, Jalisco, México.: Comisión Nacional Forestal.

POZO, C. & RAMÍREZ, M. Diversidad e importancia de los chiles silvestres. Memoria del 1er. Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Exp. Río Bravo. Publicación Especial, 2003. 17-19.

RAMÍREZ, C. 2011. Los objetos nodriza como refugio y fuente de nutrientes: reflexiones sobre el establecimiento y restauración de actáceas en zonas áridas de la vertiente occidental de los Andes. *Ecología Aplicada*, 10, 83-86.

RAMÍREZ-CONTRERAS, A. & RODRÍGUEZ-TREJO, D. 2009. Plantas nodriza en la reforestación con *Pinus hartwegii* Lindl. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 15, 43-48.

- RAYA-PÉREZ, J., AGUIRRE-MANCILLA, C., GIL-VEGA, K. & SIMPSON, J. 2010. La domesticación de plantas en México: Comparación de la forma cultivada y silvestre de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *Polibotánica*, 239-256.
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERÁZ, M. & POZO, C. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial*, 1-16.
- SANDOVAL RANGEL, A. 2011. El cultivo del chile piquín y la influencia de los ácidos orgánicos en el crecimiento, productividad y calidad nutricional.
- SCOTT, P. M. 1995. Natural toxins. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry*, 49, 1–30.
- VÁZQUEZ CONDE, R. 2016. *Biología 2 (2a. ed.)*, Distrito Federal, MÉXICO, Grupo Editorial Patria.



II. Eficiencia en los procesos de escarificación y germinación de semilla, producción y calidad de planta de cuatro procedencias de chiles silvestres (*Capsicum annumm* var. *glabriusculum*) en vivero.

RESUMEN

Los chiles (*Capsicum spp.*) son especies vegetales que tienen una gran trascendencia en la cultura e identidad del pueblo de México, siendo un elemento indispensable en la gastronomía mexicana. El Chiltepín (*Capsicum annumm* L. var. *glabriusculum*) es un arbusto silvestre perenne, cuyo fruto es una baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro. En estado inmaduro 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 carotenoides. Aunque se han llevado a cabo algunos esfuerzos para domesticar al chiltepín, aún se presentan varias dificultades para su germinación, crecimiento y reproducción. La latencia presente en semillas silvestres surge al finalizar la maduración del fruto de la planta, evitando la germinación y asegurando la sobrevivencia a contingentes ambientales que se puedan presentar, además disminuye la competencia en la especie. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar los procesos de escarificación y germinación de semillas, así como de producción y calidad de planta de cuatro procedencias de chile silvestre (Sonora, Querétaro, Chiapas y Nuevo León). Se realizaron dos producciones de planta. La primera producción se realizó el 4 de julio del año 2016 y se trataron 400 semillas de las procedencias Sonora, Querétaro y Chiapas, mientras que para la procedencia Nuevo León se trataron 350 semillas. El tratamiento se realizó en las Instalaciones de la Posta Zootécnica de la UAA utilizando ácido giberélico (AG3) a 5000 ppm; enseguida se colocaron las semillas tratadas en charolas forestales de 77 cavidades (2 semillas por cavidad), para asegurar 80 plantas por procedencia. Los porcentajes de germinación de la primera producción oscilaron entre 25 y 42% (para las cuatro procedencias). Al igual que en la primera producción, los tratamientos en esta segunda etapa se realizaron en las Instalaciones de la Posta Zootécnica y bajo el mismo tratamiento (ácido giberélico); en cambio, la siembra

y producción de planta se llevó a cabo en los invernaderos del Centro Productor de Chile (CEPROCH). Los porcentajes oscilaron entre 30.5 y 38%, para las procedencias de Sonora, Querétaro y Chiapas; mientras que la procedencia de Nuevo León presentó 0%. Durante la etapa de acondicionamiento todas las procedencias mostraron declinamiento respecto a la población inicial que se embolso, siendo Querétaro la que mayor mortalidad presentó al sobrevivir solo el 13% de las plantas embolsadas. Los resultados del presente trabajo indican que un manejo adecuado en la producción y acondicionamiento de la planta es vital para garantizar el mayor éxito en la sobrevivencia, así como para la obtención de planta de alta calidad.

Palabras clave: semillas, escarificación, chile silvestre, producción de planta, acondicionamiento.



ABSTRACT

The chilies (*Capsicum spp.*) are vegetable species that have a great importance in the culture and identity to the people of Mexico being an indispensable element in Mexican cuisine. Chiltepín (*Capsicum annum L. var. glabriusculum*) is a perennial wild shrub, whose fruit is a round or oblong berry of 3 to 6 mm in diameter. In immature state it is dark green due to the high concentration of chlorophyll; however, when it ripens it turns red due to a high amount of red pigments known as lycopersins. Although some efforts have been made to domesticate the chiltepin, several difficulties still exist for its germination, growth and reproduction. The latency present in wild seeds arises at the end of the maturation of the fruit of the plant, avoiding germination and ensuring survival to environmental contingencies that may occur, further decreases competition in the species. The objective of this work was to evaluate the processes of scarification and germination of seeds, as well as the production and quality of plants from four wild chilis provenances (Sonora, Querétaro, Chiapas and Nuevo León). Two plant productions were carried out. The germination rates of the first production ranged between 25 and 42% (for the four provenances). In the second production they oscillated between 30.5 and 38%, for the provenances of Sonora, Querétaro and Chiapas; while the origin of Nuevo León presented 0%.

During the conditioning stage, all the provenances showed decline with respect to the initial population that was bagged, Querétaro being the one with the highest mortality when only 13% of the bagged plants survived. The results of this work indicate that the management applied in the production and conditioning of the plant is vital to ensure the greatest success in survival, as well as to obtain a high quality plant.

Keywords: seeds, scarification, wild chilis, plant production, conditioning,

2.1 INTRODUCCIÓN

México está considerado dentro del selecto grupo de países megadiversos, donde se incluyen Brasil, Colombia, China e Indonesia (Llorente-Bousquets and Ocegueda, 2009). La alta diversidad esta relacionada con la compleja formación topográfica que compone el territorio nacional en el que se localizan diferentes y variadas formaciones vegetales que van desde los grandes desiertos hasta las selvas altas perennifolias (Challenger and Caballero, 1998). México es considerado centro de diversidad de varios géneros. Por ejemplo, es Centro de Origen y diversidad del género *Agave* con aproximadamente 150 de 200 especies distribuidas en el continente americano (Gil-Vega et al., 2007); es considerado Centro de diversidad del género *Pinus* con 48 de 72 especies identificadas en todo el mundo (Farjon, 2003); así mismo, se considera centro de diversidad del género *Phaseolus* (Vargas-Vázquez et al., 2011).

Las plantas han sido elementos esenciales para el desarrollo de las sociedades humanas, de ellas se han obtenido muchos productos que han subsanado diferentes necesidades biológicas, culturales, alimenticias y medicinales (Bañuelos et al., 2008; Mallén et al., 2011). En este sentido, los chiles (*Capsicum* spp.) son especies vegetales que tienen una gran trascendencia en la cultura e identidad del pueblo de México siendo un elemento indispensable en la gastronomía mexicana.

El chiltepín (*C. annum* L. var. *glabriusculum*) es un arbusto silvestre perenne, cuyo fruto es una baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro. En estado inmaduro 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 carotenoides. Las plantas de chiltepín alcanzan su edad reproductiva entre los 6 y 10 meses de edad (Bañuelos et al., 2008). Sus frutos son consumidos y dispersados por aves frugívoras que pasan sus semillas por el tracto digestivo y posiblemente sea un mecanismo de escarificación que permita la germinación de las mismas (Kraft et al., 2014). Las poblaciones de chile silvestre se encuentran distribuidas por todo el territorio nacional y es posible encontrarlas en sitios imperturbados de selva baja caducifolia, así como a orillas de los caminos, huertos, potreros y bajo vegetación remanente a orillas de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

los campos de cultivo, generalmente en altitudes menores de 1000 m (Hernández Verdugo et al., 1999). Gentry (1942) menciona que el chiltepín silvestre se localiza entre arbustos en las zonas tropicales bajas de Sonora, México, al Sur de Arizona y Texas en EE UU, y al Sur de Sudamérica. El chiltepín crece bajo la protección de árboles llamados “nodrizas”, donde se generan microclimas que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas. En Sonora se le asocia con Mezquite (*Prosopis* spp), tepeguaje (*Lysiloma watsonii*), palo de asta (*Cordia sonorae*), toro prieto (*Bursera fragilis*) y garambullo (*Celtis pallida*) (Miranda Zarazúa et al., 2007; Kraft et al., 2014), algunas de las cuales se encuentran en relictos de bosque tropical seco en diferentes etapas serales (Argumedo-Espinoza, 2015).

Uno de los principales motivos para estudiar los parientes silvestres de las plantas cultivadas es que estos constituyen un reservorio invaluable de genes que puede ser utilizado en la solución de problemas agrícolas, proporcionando resistencia genética contra plagas y enfermedades, o aumentando la cantidad y la calidad de la producción de los cultivares modernos (Hernández-Verdugo et al., 1998).

La recolección y extracción de frutos de parientes silvestres del género *Capsicum* ha sido una forma de aprovechamiento de los recursos naturales y que a la fecha subsiste en muchas comunidades rurales del mundo (Hernández-Verdugo et al., 2011). Aunque se han llevado a cabo algunos esfuerzos para domesticar al chiltepín (Villalon-Mendoza et al., 2015), aún se presentan varias dificultades para su germinación, crecimiento y reproducción (Mireles-Rodríguez et al., 2015). De acuerdo a lo anterior, Ramírez-Meráz et al., (2003) mencionan que la dificultad de inducir la germinación en semillas de chiles silvestres es uno de los principales inconvenientes para la explotación de este recurso forestal no maderable, el cuál en condiciones naturales alcanza un porcentaje de germinación menor a 5% durante el primer mes de siembra.

La latencia presente en semillas silvestres surge al finalizar la maduración del fruto de la planta, evitando la germinación y asegurando la nula germinación y sobrevivencia

antecontingentes ambientales que se puedan presentar fuera de época, además disminuye la competencia en la especie (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). Araiza Lizarde et al., (2011) mencionan que en ambientes naturales las semillas pueden germinar después de haber sido ingerida por las aves, pasando por el tracto digestivo y enseguida defecarlas, siendo la manera más eficaz de dispersarse en el ambiente.

En un estudio reciente Guerrero Velázquez (2015) analizó los niveles de dormancia de 36 accesiones de chiles silvestres provenientes de 10 estados de la República Mexicana y una del sur de Estados Unidos, determinando que 19 accesiones presentaban alta dormancia, entre ellas las procedencias de: Sonora, Jalisco, Arizona, Veracruz, Querétaro y Chiapas.

Se han realizado diversos trabajos de investigación sobre la escarificación de semillas de chile silvestre. Por ejemplo, García Federico et al. (2010) evaluaron la respuesta fisiológica de semillas de chile silvestre a hidrotermia, encontrando diferencias significativas entre las localidades evaluadas. Incluso Villalon-Mendoza et al. (2015) mencionan una técnica de escarificación donde se mantienen las semillas en estiércol de vaca por 7 días a una temperatura de 4°C, obteniendo resultados satisfactorios. Quizá, el método más implementado es el uso de ácido giberélico en diferentes concentraciones y a diferentes tiempos de inmersión. Ramírez-Meráz et al. (2003) sometieron las semillas de chile silvestre a una concentración de 5000 ppm por 24 horas, a una temperatura entre 25 y 30°C, obteniendo resultados favorables. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Guerrero Velázquez, (2015) quien determinó que los mejores tratamientos para inducir la germinación en semillas de chile silvestre con alta dormancia son los que contienen una concentración de 5000 ppm de ácido giberélico.

Baskin and Baskin (2014) afirman que la aplicación de ácido giberélico como hormona exógena favorece la ruptura de la dormancia en semillas y consecuentemente se acelera y eleva el porcentaje de emergencia de plántulas. Incluso el ácido giberélico se utiliza como un tratamiento para promover la emergencia y favorecer el desarrollo de plántulas de diferentes especies de *Capsicum*.

Existe poca información publicada sobre producción de planta de chile silvestre, encontrándose algunos trabajos en memorias de convenciones. Dentro de los trabajos publicados se encuentra el mencionado por Rodríguez del Bosque et al. (2003), quienes refieren que existen dos métodos de producción de planta: siembra en almácigo y producción en charolas en invernadero. En este trabajo se evaluaron diferentes procedencias de chiltepín y tratamientos de escarificación con el propósito de mejorar la germinación de semillas, la emergencia de plántulas, y la obtención de planta de buena calidad para el trasplante.



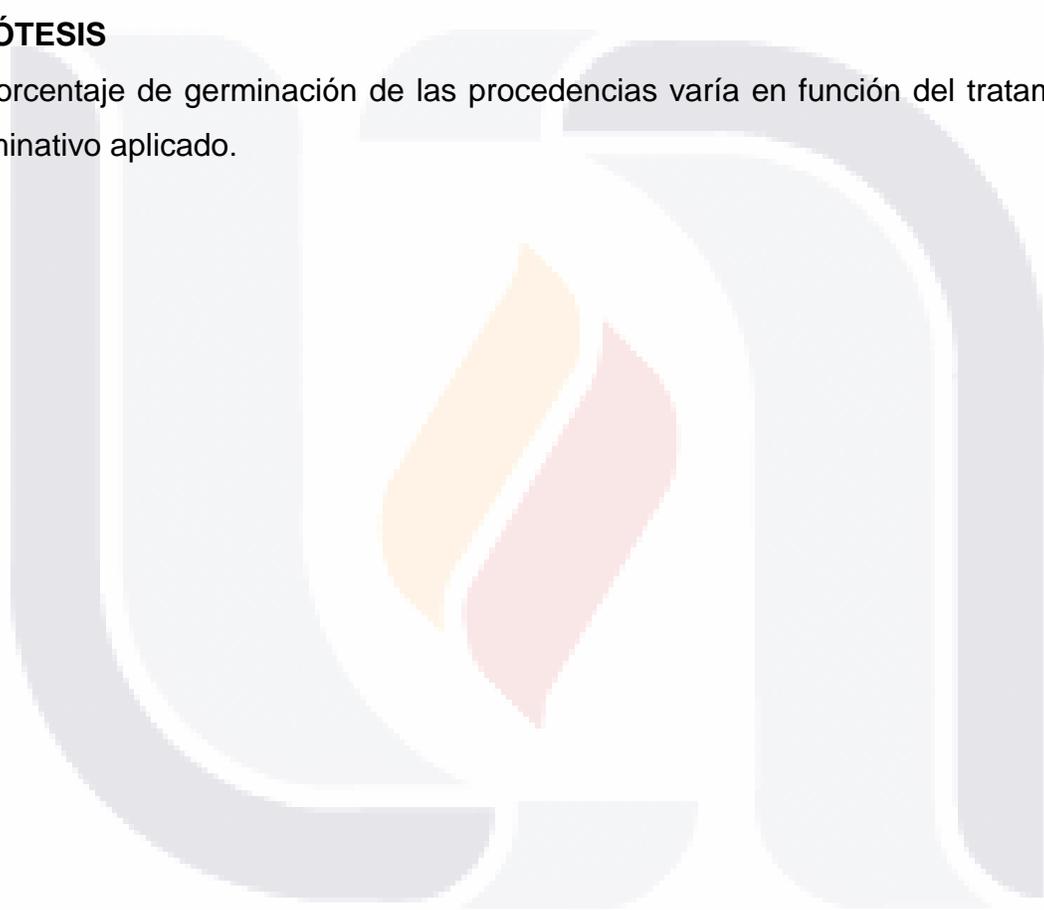
2.2 OBJETIVO E HIPOTESIS

OBJETIVO

Estimar la eficiencia en los procesos de escarificación y germinación de semilla, así como de producción y calidad de planta de cuatro procedencias de chiles silvestres usando protocolos generados en la UAA.

HIPÓTESIS

El porcentaje de germinación de las procedencias varía en función del tratamiento pre germinativo aplicado.



2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 Trabajos preliminares (selección de procedencias)

Para la selección de procedencias se consideraron los porcentajes de germinación obtenidos a 18 días después de la siembra (dds) de 16 accesiones (Cuadro 2.1) evaluadas previamente bajo condiciones de laboratorio, así como la disponibilidad de semilla suficiente para el estudio.

Cuadro 2.1 Accesiones de chile silvestre propuestas para producción de planta.

No de Accesoión	Procedencia	No de accesoión	Procedencia
2015	Sonora	1211	Veracruz
1063	A. Sonora	1301	Tamaulipas
1066a	A. sonora	1331	Chiapas
1131	M. Sonora	1333	Chiapas
1077	Querétaro	1361	BCS
1196	Veracruz	1430	Oaxaca
1202	Veracruz	1434	Nayarit
1203	Veracruz	1341	Yucatán

Los tratamientos utilizados en cada una de las accesiones están basados en los trabajos diseñados por Guerrero Velázquez (2015) y se muestran en el Cuadro 2.2. El estudio preliminar se llevo a cabo en laboratorio del CCA-UAA a principios de 2016.

Cuadro 2.2 Tratamientos pre-germinativos implementados en semillas de chile silvestre.

Nombre	Tratamiento
T1	Alcohol etílico al 80 % por 20 segundos + Cloro comercial (Cloralex) al 20% durante 10 minutos + 3 enjuagues con agua destilada + Ácido fosfórico al 20% por 10 minutos + 3 enjuagues con agua destilada + Ácido giberélico a 5000 ppm por 24 horas + 3 enjuagues con agua destilada.
T2	Cloro comercial (Cloralex) al 20% durante 10 minutos + 3 enjuagues con agua destilada + Ácido fosfórico al 20% por 10 minutos + 3 enjuagues con agua destilada + Ácido giberélico a 5000 ppm por 24 horas + 3 enjuagues con agua destilada.
T3	Cloro comercial (Cloralex) al 20% durante 10 minutos + 3 enjuagues con agua destilada + Ácido giberélico a 5000 ppm por 24 horas + 3 enjuagues con agua destilada.
T4	Control (sin tratamiento)

Las accesiones seleccionadas fueron Sonora, Querétaro y Chiapas en función de los resultados de germinación obtenidos, de la disponibilidad de semilla y de la distribución en el territorio Nacional (ecoregiones de procedencia). Además, se incluyó una procedencia más denominada “Nuevo León” y que fue enviada por personal académico de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

2.3.2 Primera producción de planta

De las accesiones evaluadas originalmente se seleccionaron aquellas procedencias que mostraron una mayor eficiencia en los procesos de escarificación y germinación de sus semillas. Las procedencias elegidas fueron Sonora, Chiapas, Querétaro y se incluyó una procedencia de Nuevo León proporcionada por el Dr. Horacio Villalon de la UANL. El

número de semillas utilizadas para garantizar un total de 80 plantas por procedencia fueron 400 semillas para Querétaro, Sonora y Chiapas, y 350 semillas para Nuevo León. Los tratamientos pre-germinativos que se utilizaron se describen en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Tratamientos utilizados en la producción de planta (segunda siembra). Metodología adaptada de Guerrero Velázquez, (2015).

Accesión	Procedencia	ID	Tratamiento
1131	Sonora	T1	Cloralex al 20% (10 min) + ácido fosfórico al 20% (10 min) + tres enjuagues con agua destilada + ácido giberélico a 5000ppm (24 hrs.) + tres enjuagues con agua destilada
1331	Chiapas	T2	OH al 20 % (20 seg) + Cloralex al 20% (10 min) + ácido fosfórico al 20% (10 min) + tres enjuagues con agua destilada + ácido giberélico a 5000ppm (24 hrs) + tres enjuagues con agua destilada
1077	Querétaro	T3	OH al 20 % (20 seg) + Cloralex al 20% (10 min) + ácido fosfórico al 20% (10 min) tres enjuagues con agua destilada + ácido giberélico a 5000ppm (24 hrs) + tres enjuagues con agua destilada
N/A	Nuevo León	T4	Cloralex al 20% (10 min) + ácido giberélico a 5000ppm (24 hrs) + tres enjuagues con agua destilada

La siembra se realizó el 4 de julio del año 2016 en charolas forestales (77 cavidades) en las instalaciones del Área Agrícola del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Las charolas se rellenaron con turba previamente humedecida y se colocaron dos semillas por cavidad (identificando en cada charola la procedencia a la que correspondía. Al término de la siembra se agregó una capa de vermiculita en cada charola y se humedecieron mediante riego por aspersión manual.

Se realizaron estibas de 4 charolas y se cubrieron con plástico vitafilm (employado) para disminuir la evaporación y generar un efecto térmico en la siembra. Para el proceso de

germinación, las charolas fueron transportadas y colocadas sobre una mesa de germinación en el vivero “La Barranca” ubicado en la colonia que lleva el mismo nombre dentro del municipio de Aguascalientes y que es administrado por el Gobierno del Estado de Aguascalientes. No existió una regulación de la temperatura dentro del invernadero, Las actividades realizadas durante la etapa de producción y acondicionamiento de planta en el invernadero fueron:

- Riegos manuales tres veces por semana durante los primeros 30 días. Posterior a este tiempo el riego fue semanal.
- Una vez germinadas las plantas, estas se colocaron bajo malla sombra de 70 % de cribado, transcurridos 25 días después de la emergencia.
- Se aplicó fertilizante foliar a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (12, 43 y 12% respectivamente) a razón de 50 g por semana por medio de un atomizador.
- Se aplicó un agroquímico a base de una asociación de piretroides sintéticos con un cloronicotinilo para erradicar la aparición de pulgón.

2.3.3 Segunda producción de planta

Durante enero de 2017 se trataron 400 semillas por procedencia (Sonora, Chiapas, Querétaro y Nuevo León) para producir por lo menos 80 plantas de cada accesión. La escarificación de las semillas se realizó en laboratorio del CCA-UAA y se usaron los mismos tratamientos que en la primera siembra (Cuadro 2.3).

La siembra se realizó 24 horas después en CEPROCH (Consejo Estatal de Productores de Chile) ubicado en el km. 1 de la carretera a Tepezalá en el municipio de Rincón de Romos, Ags. Se utilizaron charolas forestales de 77 cavidades (previamente desinfectadas), las cuales se rellenaron con turba humedecida.

Se colocaron manualmente cinco semillas por cavidad, identificando con un marcador en cada charola la procedencia a la que correspondían. Al término de la siembra de las semillas se agregó una capa de vermiculita a cada charola, se humedecieron mediante riego manual y posteriormente se cubrieron usando una película estirable. Las charolas se colocaron en un cuarto de germinación a una temperatura de 25°C.

Una vez que emergieron las primeras plántulas, todas las charolas se colocaron en invernadero con temperatura entre 25 y 30°C.

Las plántulas estuvieron sometidas a un plan de manejo durante su estancia en CEPROCH, el cual consistió en realizar riegos dos veces por día y la aplicación de los siguientes fertilizantes:

- Producto a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (12, 43 y 12% respectivamente) a razón de 25g en la primera semana, 50 g la segunda semana, 100 g la tercera semana y 200g la última semana.
- Abono foliar (triple 19) a razón de 25g en la primera semana, 50 g la segunda semana, 100 g la tercera semana y 200g la última semana.

Para estimar la eficiencia de los tratamientos en la germinación de plantas se registro el porcentaje de sobrevivencia por procedencia y se realizaron pruebas de proporciones múltiples ($\alpha \leq 0.05$).

2.3.4 Acondicionamiento de planta

Las plantas se trasladaron a finales de marzo de 2017 a un túnel ubicado en el CCA de la Universidad Autónoma de Aguascalientes a los 109 dds (días de sembradas). Cada una de las plantas se colocó en bolsa forestal con un volumen de 10 x 20 cm, utilizando tierra previamente preparada para este fin. Una vez embolsadas se colocaron en lugares señalados para cada procedencia.

Las actividades realizadas durante el acondicionamiento de la planta fueron:

- Conteo semanal de plantas vivas.
- Riegos 3 veces por semana.
- Revisión de fitosanidad en las plantas.
- Registro de temperaturas (altas y bajas) una vez por semana.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

2.4.1 Trabajos preliminares (selección de procedencias)

En los tratamientos pre-germinativos las procedencias de Sonora, Querétaro, Chiapas y Oaxaca mostraron mejores resultados en cuando a germinación de refiere. La accesion de Sonora respondió de mejor manera a los tratamientos 1 y 2 (promedios de germinación 67.25 y 77.5 %, respectivamente). Las procedencias de Querétaro y Oaxaca obtuvieron porcentajes de germinación de 89 y 90 % respectivamente (tratamiento 1), en tanto que la procedencia de Chiapas tuvo un promedio de germinación de 70 % en los tratamientos 1 y 2 (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Resultados de pruebas de germinación en 16 accesiones de chile silvestre a 18 días después de la siembra, bajo condiciones de laboratorio.

% de germinación a 18 días					
No. de Accesión	Procedencia	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Control
Sonora2015	Sonora	79	60	60	5
1063	Sonora	20	85	5	10
1066a	Sonora	75	65	60	10
1131	Sonora	95	100	100	80
1077	Querétaro	89	73	30	85
1196	Veracruz	40	45	25	0
1202	Veracruz	63	70	50	50
1203	Veracruz	95	75	85	10
1211	Veracruz	80	60	68	20
1301	Tamaulipas	80	70	80	0
1331	Chiapas	100	60	60	5
1333	Chiapas	80	80	80	35
1361	BCS	15	30	60	80
1430	Oaxaca	90	90	70	30
1434	Nayarit	65	55	55	25
1341	Yucatán	55	40	55	65

Los resultados obtenidos muestran que cada una de las procedencias respondió de manera diferente a los tratamientos, similar a lo ocurrido en los experimentos conducidos por Guerrero Velázquez, (2015), quien reportó que no todas las procedencias de Chile silvestre responden a un mismo protocolo de germinación. En relación a lo anterior, Araiza Lizarde et al., (2011) mencionan que la germinación varía en función de la región de origen y del tratamiento de pre-germinativo aplicado, considerando que una misma accesión puede tener una distribución más amplia en un sitio de procedencia, tanto en condiciones geográficas como climáticas, lo que se reflejó en los resultados obtenidos. De acuerdo con los datos obtenidos con los tratamientos pre-germinativos, las 3 procedencias que se eligieron para llevar a cabo la producción de planta en la siguiente etapa fueron:

1. Querétaro 1077 (Tratamiento 1).
2. Sonora 1131 (Tratamiento 2).
3. Chiapas 1331 (Tratamiento 1).

Nota: Los tratamientos se muestran en el Cuadro 2.4

Además de las accesiones seleccionadas, se utilizó una procedencia de “Nuevo León” a la que se aplicó el tratamiento 3, el cual fue recomendado por académicos de la Universidad Autónoma de Nuevo León quienes proporcionaron la semilla.

2.4.2 Primera producción de planta

Los porcentajes de germinación en invernadero para las cuatro procedencias oscilaron entre 25 y 42 % (Cuadro 2.5). Existieron diferencias significativas en la emergencia de las plantas de cada una de las procedencias, por ejemplo, la emergencia de plántulas correspondiente a la procedencia “Sonora” fue mayor que el resto de las procedencias ($n= 168$; $P=0.029$), mientras que la germinación entre las procedencias de Querétaro y Chiapas fue similar entre ellas ($n= 135$ y 139 , respectivamente). La menor emergencia de plántulas se presentó en la procedencia de Nuevo León ($n=88$; $P= 0.018$), lo anterior puede visualizarse en el cuadro 6. Las diferencias en los niveles de emergencia entre el laboratorio y el invernadero pudieron deberse a las condiciones bajo las cuales se

germinaron las semillas, por ejemplo, bajo condiciones de invernadero no existió el efecto de temperatura controlada, misma que osciló entre 20 y 42°C, mientras que en laboratorio se mantuvo a temperatura constante de 23°C. Lo anterior difiere de lo reportado por Hernández-Verdugo et al., (2011) quienes sugieren que la emergencia de plántulas de chile chiltepín se incrementa al someter las semillas a temperaturas fluctuantes respecto a la constante, sugiriendo que dichas fluctuaciones de temperatura son factor importante en la regulación de la germinación de las semillas de *C. annuum* silvestre.

Cuadro 2.5 Porcentajes máximos de emergencia observados en invernadero de procedencias de chile silvestre (primera producción de planta).

Procedencia	No. De semillas sembradas	No. De plantas emergidas	Porcentaje de emergencia observada a 88 dds	P. level
Sonora	400	168	42.0 a ¹	0.029
Querétaro	400	135	33.8 b	0.156
Chiapas	400	129	32.2 b	0.210
Nuevo León	350	88	25.0 c	0.018

¹ Valores con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de proporciones ($P \leq 0.05$), de acuerdo a la prueba de proporciones múltiples, donde se comparan proporcionalmente las acepciones entre sí, tomando como referencia el número de semillas sembradas y la germinación de cada una de las acepciones

Morfológicamente la planta obtenida se consideró de mala calidad, pues se observó una elongación en el tallo de las plantas con una altura promedio de 7cm y diámetro normal promedio de 1mm en todas las procedencias (Figuras 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4) ocasionando un acame y trozado de las plántulas, probablemente esto pudo ser efecto de la concentración del ácido giberélico en combinación con las altas temperaturas dentro del invernadero (hasta los 42°C); no obstante, no se realizaron pruebas con concentraciones menores para analizar sus efectos.



Figura 1.1 Plantula de procedencia de Chiapas (primera siembra).



Figura 1.3 Plantula de procedencia de Sonora (primera siembra).



Figura 1.2 Plantula de procedencia de Querétaro (primera siembra).



Figura 1.4 Plantula de procedencia de Nuevo León (primera siembra).

2.4.3 Segunda producción de planta

Las primeras emergencias observadas se dieron los 20 dds La procedencia de Nuevo León no mostro emergencia, probablemente debido a baja viabilidad de la semilla. Proporcionalmente la procedencia “Sonora” tuvo una emergencia mayor que la procedencia de Nuevo León con 36 %, pero menor que las procedencias Querétaro y Chiapas (38 y 35.8 %, respectivamente) como se observa en el Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6 Porcentajes máximos de emergencia observados en invernadero de procedencias de Chile silvestre (segunda producción de planta)

Procedencias	No. De semillas sembradas	No. De plantas emergidas	Porcentaje de emergencia observada	Proporción	P.level
Sonora	400	122	30.5	0.305 b ¹	0.038
Querétaro	400	152	38	0.380 c	0.072
Chiapas	400	143	35.8	0.358 c	0.067
Nuevo León	400	0	0	0.000 a	0.0012

¹Valores con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de proporciones ($P \leq 0.05$)

La siembra de la semilla de la procedencia Querétaro mostró una mayor emergencia que las observadas en las procedencias Sonora y Nuevo León, pero con resultados similares a la emergencia de las semillas de la procedencia de Chiapas. Los resultados obtenidos concuerdan con trabajos realizados por Mireles-Rodríguez et al., (2015) quienes reportaron porcentajes de germinación de entre 20 y 75% en 4 procedencias de Chile silvestre de Tamaulipas, utilizando tratamiento con ácido giberélico a 5,000 ppm. Esta concentración ayuda a promover más germinación en las semillas y, además, mejora notablemente el crecimiento de las plántulas. Esto fue lo observado en tres procedencias, salvo en la llamada “Nuevo León”, en la que se desconocían las condiciones de las semillas y probablemente eso influyó para la baja emergencia. Con la misma concentración de ácido giberélico Ramírez-Meráz et al., (2003) obtuvieron porcentajes de germinación entre 60 y 80%, mientras que Ramírez Meraz, (2008) obtuvo 82% de germinación, contrastando con el 8% de germinación que presentaron las semillas testigo en esa misma prueba.

Las diferencias de emergencia entre la primera y segunda siembra para el caso de las procedencias de Sonora, Querétaro y Chiapas pudieron deberse a las temperaturas que se tuvieron durante y después del proceso de germinación.

- Primera siembra: Se realizó en el mes de julio del año 2016 y las temperaturas en invernadero oscilaron entre 30 y 42°C.

- Segunda siembra: Se realizó en el mes de diciembre del año 2016. La temperatura para el cuarto de germinación fue de 25°C y en invernadero osciló entre 25°C a 30°C.

Como recomendación Ramírez Meraz, (2008) alude que los mejores resultados se obtienen con semilla extraída de frutos de cosecha reciente totalmente maduros

En el Cuadro 2.7 se muestra la sobrevivencia de cada una de las procedencias a los 109 dds.

Cuadro 2.7 Plantas vivas a 109 dds siembra.

Procedencia	Número de plantas vivas a 109 dds
Sonora	107
Querétaro	103
Chiapas	60
Nuevo León	0

En las Figuras 1.5, 1.6 y 1.7 se muestran imágenes de las plantulas de la primera producción de planta.



Figura 1.5 Plantula de procedencia Sonora a 93 dds (segunda siembra).



Figura 1.6 Plantula de procedencia Chiapas a 93 dds (segunda siembra).



Figura 1.7 Plantula de procedencia Querétaro a 93 dds (segunda siembra).

2.4.4 Acondicionamiento de planta en micro-túnel

La evolución de sobrevivencia de planta de cada procedencia a partir del embolsado y acondicionamiento en túnel se ilustra en las Figuras 1.8, 1.9 y 1.10. Todas las procedencias mostraron un declinamiento respecto a la población que se acondicionó en bolsa forestal. La accesión de Sonora tuvo un porcentaje de mortalidad del 40 % en los primeros 30 días después del trasplante, posterior a ello, el porcentaje de sobrevivencia se mantuvo constante (Figura 1.8). En el caso de la accesión de Chiapas la mortalidad más alta se presentó durante los primeros 15 días después del trasplante ($n= 16$), a partir de ese periodo la sobrevivencia se mantuvo constante (Figura 1.9). La mortalidad más alta se presentó en la accesión de Querétaro, donde solamente sobrevivió el 13 % de las plantas embolsadas, aunque el declinamiento se presentó en los primeros 30 días después del trasplante (Figura 1.10).

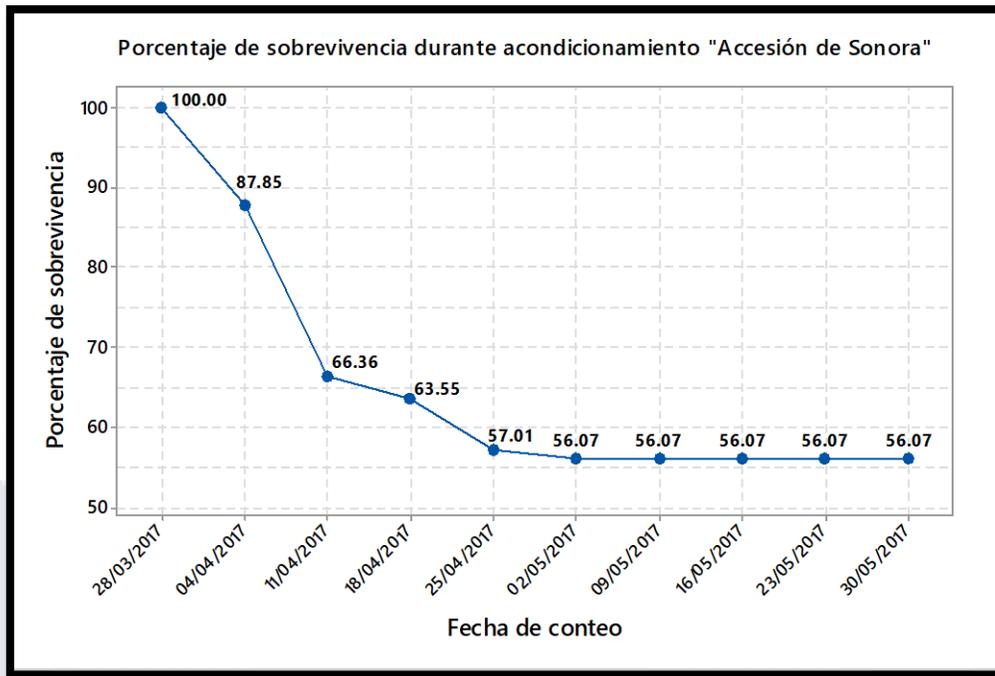


Figura 1.8 Comportamiento de sobrevivencia de planta de Sonora durante acondicionamiento de planta.

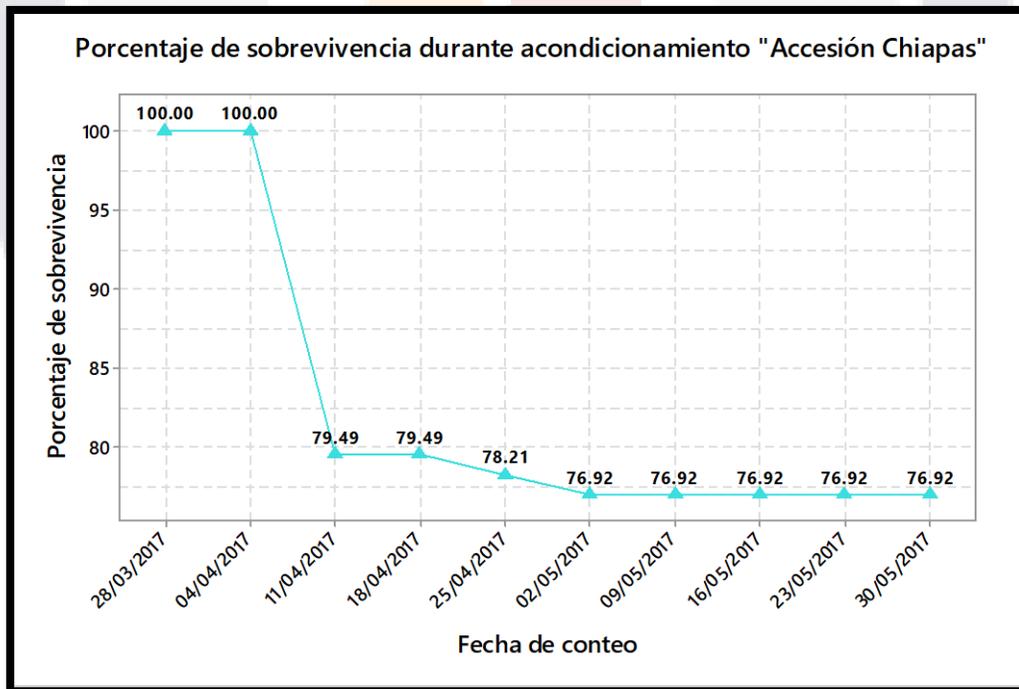


Figura 1.9 Comportamiento de sobrevivencia de planta de Chiapas durante acondicionamiento de planta.

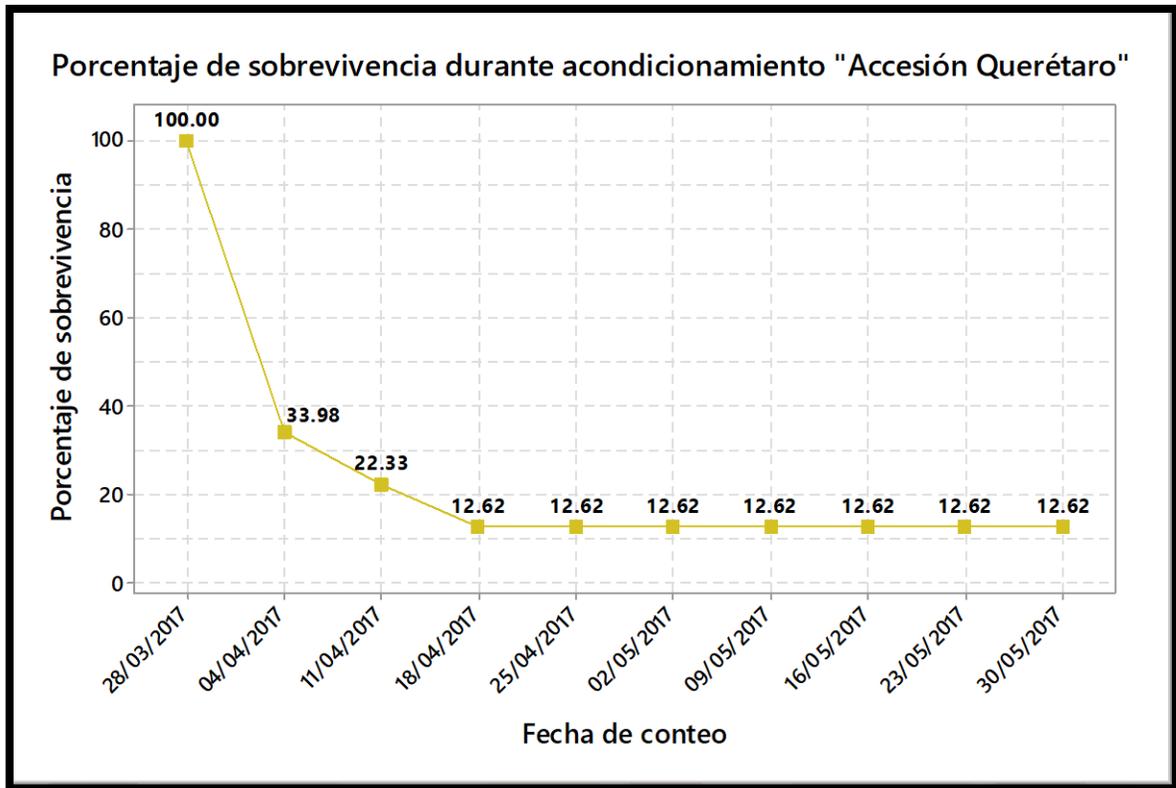


Figura 1.10 Comportamiento de supervivencia de planta de Querétaro durante acondicionamiento de planta.

Como se observa en las gráficas anteriores, los porcentajes de supervivencia fueron decreciendo en las tres procedencias, teniendo un mayor número de decesos en las primeras cuatro semanas. Las procedencias de Sonora y Chiapas obtuvieron porcentajes de supervivencia de 56.07% y 73.08% respectivamente, presentando un buen desarrollo radicular al momento del embolsado (Figuras 1.11 y 1.12). La mortalidad se pudo deber a dos factores principalmente: el primero a la adaptación de las plantas al nuevo ambiente al que fueron sometidas (cambio de invernadero con temperaturas controladas a micro-túnel), y en segundo el sistema de riego aplicado, ya que se realizaba con manguera y la presión llegó a trozar varias plantas del tallo por lo que ya no pudieron recuperarse. La temperatura máxima registrada dentro del micro-túnel fue de 36°C y la mínima de 6°C.



Figura 1.11 Sistema radicular de procedencia de Chiapas a 96 dds.



Figura 1.12 Sistema radicular de procedencia de Sonora a 96 dds.

En el caso de la procedencia de Querétaro se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 12.62%, siendo la procedencia con la mayor pérdida de planta debido principalmente al bajo desarrollo radicular que presentó la accesión al momento de embolsar (Figura 1.13) y a los factores anteriormente mencionados. El pobre desarrollo radicular mostrado por la procedencia “Querétaro” pudo verse influenciado por afectar la capacidad de crecimiento de la raíz durante su estancia en el invernadero, debido a la temperatura y sobre todo a la humedad (Ritchie and Tanaka, 1990) a las que se sometió la planta. Al anegar la planta se genera un inadecuado suministro de oxígeno a la planta originando una serie de cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo, destacando la producción de etileno, que en condiciones de aerobiosis no pueden liberarse a la atmósfera hace que la planta acumule esta sustancia. Altas concentraciones de etileno en dificultan la nodulación e inhiben la fijación de nitrógeno (Pardos, 2004). Lo anterior sustenta lo observado con la procedencia de Querétaro ya que durante su estancia en invernadero estuvieron sometidas a 3 riegos por día, ya que estaban sujetas a un plan de manejo para chiles comerciales.

Es importante tener en cuenta que el riego y la fertilización son factores que influirán en la morfología y la fisiología de las plantas (Birchler et al., 1998).



Figura 1.13 Sistema radicular de procedencia de Querétaro a 96 dds.

Un criterio para determinar la calidad de la planta se fundamenta Prieto Ruíz and Alarcón Bustamante, (1998) consideran como criterios importantes para evaluar la calidad de la planta: la longitud de la raíz y el número de raíces secundarias.

En la Figura 1.14 se muestra el comportamiento que tuvieron las tres procedencias a lo largo del tiempo, es decir, desde la siembra hasta una semana antes de realizar los primeros trasplantes en campo.

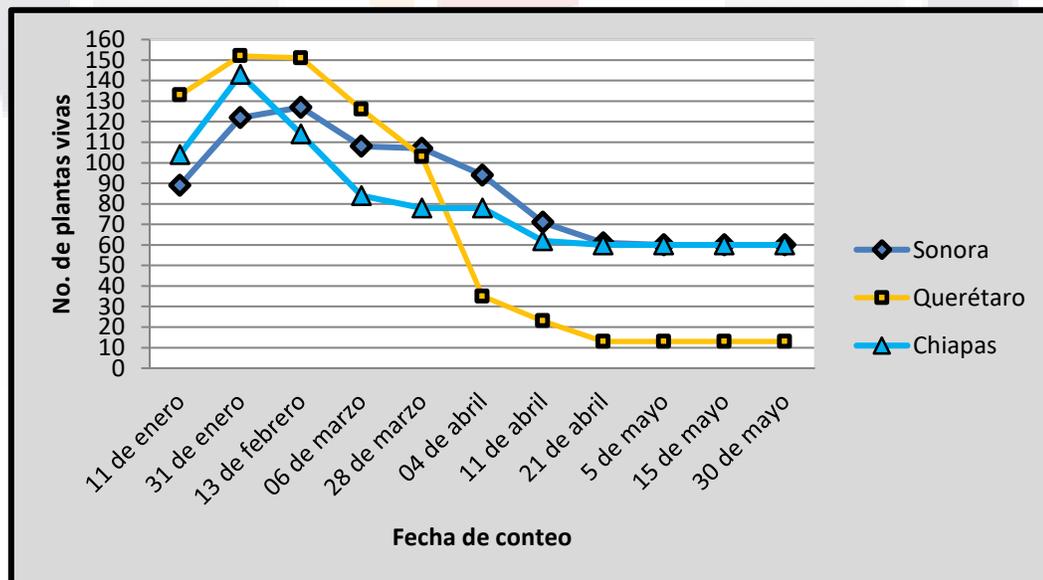


Figura 1.14 Comportamiento de sobrevivencia de tres procedencias de chile silvestre durante su estancia en invernadero (hasta el 28 de marzo) y en túnel.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Se puede observar que las 3 procedencias tuvieron un comportamiento similar en las primeras semanas de emergencia, teniendo sus máximos entre el 31 de enero y el 13 de febrero (40 y 53 dds respectivamente), pero a partir de esa fecha empezaron a presentarse los decesos pudiéndose deber diversos factores como exceso de humedad, inclinación de charola en la cama, fuerza del agua en sistema de riego, etc.

La sobrevivencia de las procedencias de Sonora y Chiapas siguieron comportándose de manera similar una vez que se trasladó al micro-túnel para su acondicionamiento (96 dds), pero como se mencionó anteriormente y como se aprecia en la gráfica anterior, la accesión de Querétaro decayó considerablemente. En esta etapa una de las causas principales de muerte en las plantas fue el sistema de riego aplicado, ya que se realizó por medio de una manguera a presión, lo que ocasionaba un grave daño a las plantas. Es importante hacer mención que uno de los aspectos que favorece la calidad de la planta y que influye en la sobrevivencia es la preparación o acondicionamiento de la planta, ya que esta etapa en teoría proporcionará condiciones similares a las de campo (Prieto Ruíz and Alarcón Bustamante, 1998).

2.5 CONCLUSIONES

- Los procedimientos de escarificación y germinación, así como de producción de planta de buena calidad, requieren de métodos específicos y eficaces de manejo en función de la procedencia de origen, sobre todo durante las primeras etapas de producción de planta (emergencia y acondicionamiento).
- La elongación y reducido diámetro del tallo de las plantas en la primera producción de planta probablemente fue causado por la alta concentración de giberelinas y condiciones de temperatura excesiva ($>35\text{ }^{\circ}\text{C}$), por lo que se sugiere realizar pruebas con diferentes temperaturas y concentraciones de giberelinas.
- El manejo adecuado para la producción y acondicionamiento de la planta es vital para garantizar el mayor éxito en la sobrevivencia, así como para la obtención de planta de alta calidad.

2.6 BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARAIZA LIZARDE, N., ARAIZA LIZARDE, E. & MARTÍNEZ MARTÍNEZ, J. G. 2011. Evaluación de la germinación y crecimiento de Plántula de Chiltepín (*Capsicum annum* L variedad *glabriusculum*) en invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIII, 170-175.
- BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography, and, Evolution of Dormancy and Germination*, Elsevier Science.
- BAÑUELOS, N., SALIDO, P. L. & GARDEA, A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Ethnobotany of the Chiltepín: Small Royalty in the Sonoran Culture.*, 16, 177-205.
- BIRCHLER, T. A., ROYO, A. & PARDOS, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Systems*, 7, 109-121.
- CHALLENGER, A. & CABALLERO, J. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado presente y futuro.*, México, D.F.
- ESPINOZA ARGUMEDO, J. A. 2015. Estructura y dinámica de comunidades vegetales de bosque tropical seco en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, México.
- FARJON, A. THE REMAINING DIVERSITY OF CONIFERS. 2003. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, 75-89.
- FINCH-SAVAGE, W. E. & LEUBNER-METZGER, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171, 501-523.
- GARCÍA FEDERICO, A., MONTES HERNÁNDEZ, S., RANGEL LUCIO, J. A., GARCÍA MOYA, E. & MENDOZA ELOS, M. 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*, 1, 203-216.
- GENTRY, H. S. 1942. A Rio Mayo plants. A study of the flora and vegetation of the valley of the Rio Mayo, Sonora. *Carnegie Institution of Washington publication*, 527, 330.
- GIL-VEGA, K. C., DÍAZ-QUEZADA, C. E., NAVA-CEDILLO, A., GARCÍA-MENDOZA, A. & SIMPSON, J. 2007. Análisis AFLP del género *Agave* refleja la clasificación taxonómica basada en caracteres morfológicos y otros métodos moleculares. *En*

lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. CICY, CONACYT, CONABIO, SEMARNAT, INE, Mérida, 23-39.

GUERRERO VELÁZQUEZ, R. 2015. *Niveles de dormancia en semillas de chile silvestre de diferentes ecorregiones y desarrollo de protocolos para la germinación y regeneración de accesiones.* Maestría en Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

HERNÁNDEZ VERDUGO, S., ARANDA DÁVILA, P. & 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.*, 65-84.

HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., GUEVARA-GONZÁLEZ, R., RIVERA-BUSTAMANTE, R., VÁZQUEZ-YANES, C. & OYAMA, K. 1998. Los parientes silvestres del chile (*Capsicum* spp.) como recursos genéticos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62, 171-181.

HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., LÓPEZ-ESPAÑA, R. G., PORRAS, F., NÚÑEZ-CEBREROS, D., CORRALES-MADRID, J. L. & QUINTERO ARCE, J. R. Distribución de la variación en la germinación entre y dentro de poblaciones de chile silvestre. Octava Convención Mundial del chile, 2011 León, Guanajuato. Comité Nacional Sistema Producto Chile, A.C.; CONSEJO NACIONAL DE PRODUCTORES DE CHILES, S.C., 305.

KRAFT, K. H., BROWN, C. H., NABHAN, G. P., LUEDELING, E., DE JESÚS LUNA RUIZ, J., D'ECKENBRUGGE, G. C., HIJMANS, R. J. & GEPTS, P. 2014. Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 6165-6170.

LLORENTE-BOUSQUETS, J. & OCEGUEDA, S. 2009. Estado del conocimiento de la biota. *Capital Natural de México*, 1, 283-322.

MALLÉN, I. R., BOLLAND, L. P., BOADA, M., CHABLÉ, E., TARRÍO, R. F., FUENTES, K., MEDINACELI, A., MÉNDEZ, E., GONZÁLEZ, M. D. S. & BENAVIDES, C. C. 2011. Experiencias de Pagos por Servicios Ambientales: estudio comparativo en el sureste mexicano. *Spanish journal of rural development*, 2, 55-66.

MIRANDA ZARAZÚA, H., MIARTÍN RIVERA, M. H., IBARRA FLORES, F. A., ROBLES PARRA, J. & VILLARRUEL SAHAGÚN, L. 2007. El chiltepín silvestre en la cuenca del río Sonora. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Costa de Hermosillo ed. México: Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo , Fundación Produce Sonora , México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Administración.

MIRELES-RODRÍGUEZ, E., MOCTEZUMA-BALDERAS, N. L., CASTRO-NAVA, S., SALAZAR-HERNÁNDEZ, R., LUCIO-CASTILLO, H. & PÉREZ-JASSO, C. 2015. Preacondicionamiento en la germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*) de Tamaulipas, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*.

PARDOS, J. A. 2004. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. *Forest Systems*, 13, 101-107.

PRIETO RUÍZ, J. A. & ALARCÓN BUSTAMANTE, M. 1998. Producción de planta forestal.

RAMÍREZ MERAZ, M. 2008. Tecnología para incrementar germinación y conservar especies silvestres de chile piquín.

RAMÍREZ-MERÁZ, M., POZO, C. & RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L. 2003. Tecnología para inducir la germinación en chile piquín. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial*, 35-36.

RITCHIE, G. A. & TANAKA, Y. Root growth potential and the target seedling. Proc. Target Seedling Symp., Combined Meet. of the Western Forest Nursery Assoc. USDA For. Serv. Gem Tech. Rep. RM-200, 1990. 37-51.

RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERÁZ, M. & POZO, C. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial*, 1-16.

VARGAS-VÁZQUEZ, P., MURUAGA-MARTÍNEZ, J. S., MARTÍNEZ-VILLARREAL, S. E., RUIZ-SALAZAR, R., HERNÁNDEZ-DELGADO, S. & MAYEK-PÉREZ, N. 2011. Diversidad morfológica del frijol ayocote del Carso Huasteco de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82, 767-775.

VILLALON-MENDOZA, H., RAMIREZ-MERAZ, M., OCANAS, F. G., MAITI, R. K. & DE JESUS LUNA-RUIZ, J. 2015. Sustainable Management of Wild Chili (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) as an Alternative from Production to the Northeast of Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 6, 261-267.



III. Establecimiento y sobrevivencia de tres procedencias de plantas de chiles silvestres (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*), bajo un sistema de manejo agroforestal en huertas de guayaba.

RESUMEN

El chile silvestre (*C. annuum* L. var. *glabriusculum*) es un recurso forestal no maderable importante en el Norte de México, que podría introducirse y aprovecharse como recurso complementario en huertos de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. A la fecha no hay datos sobre adaptación del chile silvestre. El objetivo fue evaluar la sobrevivencia de tres procedencias de chile silvestre (Sonora, Querétaro y Chiapas) en cuatro huertos (H1, H2, H3 y H4) de guayaba (*Psidium guajava* L.) después del trasplante. Previo al trasplante se realizaron análisis de suelos con la finalidad de evaluar la fertilidad de cada una de las huertas de guayabos. El trasplante de 15 plantas por procedencia por huerto se realizó el 21 de junio del 2017, justo antes de iniciar el temporal de lluvias. Se colocaron tres plantas de igual procedencia por árbol de guayabo. El promedio de sobrevivencia a los ocho días después del trasplante (ddt) fue de 100% para Sonora y Querétaro, y 87% para la procedencia de Chiapas. Mientras que para el establecimiento a 30 ddt fue de 100% para Sonora, 87% para Querétaro y 60% para Chiapas. Los resultados sugieren que el chile silvestre sobrevive y se establece satisfactoriamente en huertos de guayaba en Calvillo.

Palabras clave: chile silvestre, sobrevivencia, guayabo, nodriza, manejo

ABSTRACT

Wild chili (*C. annuum* L. var *glabriusculum*) is an important non-timber forest resource in northern Mexico, which could be introduced and used as a complementary resource in guava orchards in Calvillo, Aguascalientes. At the date there are not data on adaptation of wild chile in the Estate. The objective was to evaluate the survival of three provenances of wild chile peppers (Sonora, Querétaro and Chiapas) in four orchards (H1, H2, H3 and H4) of guava (*Psidium guajava* L.) after the transplant. Before the transplant, soil analyzes were carried out with the purpose of evaluate the fertility of one of the guayabo orchards. The transplant of the 15 plants by provenance in each orchard was made on June 21, 2017, just before the beginning of the rainy season. Three plants of the same origin were placed per guava tree. The average survival at eight days after the transplant was 100% for Sonora and Querétaro, and 87% for Chiapas. While for the establishment at 30 days after trasplant it was 100% for Sonora, 87% for Querétaro and 60% for Chiapas. The results suggest that the wild chile peppers survives and establishes itself satisfactorily in guava orchards in Calvillo.

Keywords: wild chili pepper, survival, guava tree, nurse, management



3.1 INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) a través de la historia ha representado un capítulo importante en la cultura mexicana, consumiéndose desde tiempos prehispánicos. Ha intervenido en la dieta diaria de los mexicanos en sus diferentes presentaciones sea en fresco verde, seco, polvo, salsas, etc. (Rodríguez del Bosque et al., 2003). Prueba de lo anterior es la alta variabilidad de formas cultivadas que existen actualmente en el país y que gracias a la diversidad de entornos agroecológicos, ofrecen una gran gama de formas, colores, aromas, sabores y tamaños (Pozo and Ramírez, 2003), entre ellos, podemos encontrar los guajillos, los habaneros y los manzanos. *Capsicum annuum* es la variedad de chile más ampliamente cultivada en el mundo y es una de las cinco especies domesticadas junto con *Capsicum bacatum* L., *Capsicum chinense* Jack., *Capsicum frutescens* L., y *Capsicum pubescens* Ruiz & Paw (Bosland, 1994). México se ha reconocido como región de domesticación de los chiles cultivados (*C. annuum* var. *annuum* a partir de poblaciones silvestres (*C. annuum* var. *glabriusculum*) (Pickershill, 1971; Kraft et al., 2014). El chile silvestre (chiltepín o piquín) es considerado el ancestro y el pariente más cercano de los chiles cultivados (*C. annuum* var. *annuum*) alrededor del mundo (Villalon-Mendoza et al., 2015). Este tipo de chile recibe un sinnúmero de denominaciones locales como chiltepín, piquín, chilpaya, chile de monte, pico paloma, chile parado, etc. (Pozo and Ramírez, 2003). Se considera un arbusto silvestre, perenne, cuyo fruto es una baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro que crece en posición eréctil (Bañuelos et al., 2008). Se pueden encontrar en sitios imperturbados de selva baja caducifolia, en caminos, potreros, huertos y bajo vegetación remanente a orillas de campos de cultivo, por lo regular en altitudes menores de 1000 msnm (Hernández Verdugo et al., 1999), aunque Villalon-Mendoza et al., (2015) mencionan que se han encontrado individuos arriba de los 1,100 msnm en Querétaro y de 1,300 msnm en Estado de Coahuila.

En su hábitat natural, las plantas de chiltepín se desarrollan de manera natural a la sombra de varias especies de árboles propias de cada región que les proveen una intensidad necesaria de luz (Miranda Zarazúa et al., 2007). Estos árboles proporcionan

condiciones óptimas de desarrollo y crecimiento entre los que destacan: protección del intenso sol de verano, retención de humedad, incremento de materia orgánica (suelo fértil y menos compacto), etc. (Zamora et al., 2011). Existen casos donde se pueden encontrar plantas fuera de la cobertura de los árboles nodriza, pero éstas se caracterizan por ser de porte bajo, con poca producción y menos longevos (Bañuelos et al., 2008), posiblemente por un proceso de adaptación a condiciones desfavorables. Por ejemplo, Tewksbury et al., (1999) realizaron muestreos a campo abierto en el sur de Arizona utilizando cinco transectos de 250 metros cuadrados y observaron que no había plantas de chile piquín bajo esas condiciones, o bien, había presencia de ellas pero con muy poco vigor. Por otra parte, los mismos autores sugieren que los árboles nodriza están relacionados con los dispersores que consumen los frutos de los chiles silvestres (aves), ya que estos comen y defecan bajo árboles que seleccionan para perchar y/o vivir, similar a lo que ocurre en otras especies forestales maderables y no maderables (Guariguata and Pinard, 1998).

No obstante, algunos productores y colectores del chiltepín en la región conocida como “Río Sonora”, mencionan que el efecto de nodrizaje es un mito (Rodríguez, 2017), argumentando su cultivo a campo abierto con buenos resultados a la hora de cosechar fruto. Sin embargo, es importante considerar que al darle manejo como cultivo anual, las plantas son más susceptibles a heladas, sequías y plagas (Valiente-Banuet and Gutierrez-Ochoa, 2016). Por lo anterior, es necesario implementar actividades agrícolas normales de cultivo, incluido el uso de riego, agroquímicos, poda, deshierbe y control integrado de plagas y enfermedades, al aire libre o con el uso de malla sombra a un 30% (Villalon-Mendoza et al., 2015), lo que incrementa los costos, y las actividades de manejo simulan o imitan los beneficios de la nodriza (Oliver and Larson, 1996). Almanza, (1998) menciona que, bajo un manejo de cultivo anual, la germinación de la semilla de chile silvestre requiere de 7 a 28 días para germinar, de 60 a 90 días después de trasplantadas para el comienzo de la floración y 30 días después se pueden obtener los primeros frutos.

Antes de sembrar planta de chile silvestre es necesario tener varias consideraciones en cuenta, como son: altitud (msnm), características físicas y químicas del suelo,

condiciones climáticas (destacando la precipitación media anual), especies asociadas, manejo al que está sometida el área de plantación, etc. (Miranda Zarazúa et al., 2007).

El chile silvestre (*C. annum var. glabriusculum*) junto con el maguey (*Agave angustifolia haw*), orégano silvestre (*Lippia palmeri*), bellotas con fines comestibles (*Quercus spp*) y la producción de hongos comestibles (Sánchez-Ramírez et al., 2015), entre otros, son ejemplos del manejo de los recursos forestales no maderables con fines comerciales y que representan alternativas económicas importantes para algunas regiones del país, sobre todo del Noroeste y Noreste (Miranda Zarazúa et al., 2007). A nivel mundial los productos forestales no maderables están recibiendo actualmente mucha atención de organizaciones internacionales. Por ejemplo, a partir de la década de 1990 la División de productos forestales del Departamento Forestal de la FAO estableció el programa “Promoción y desarrollo de productos del bosque no maderables” como una de sus prioridades. Por otra parte, recientemente los dueños de terrenos forestales en Europa están contemplando las posibilidades de obtener ingresos económicos por la explotación de recursos forestales no maderables (Janse and Ottitsch, 2005).

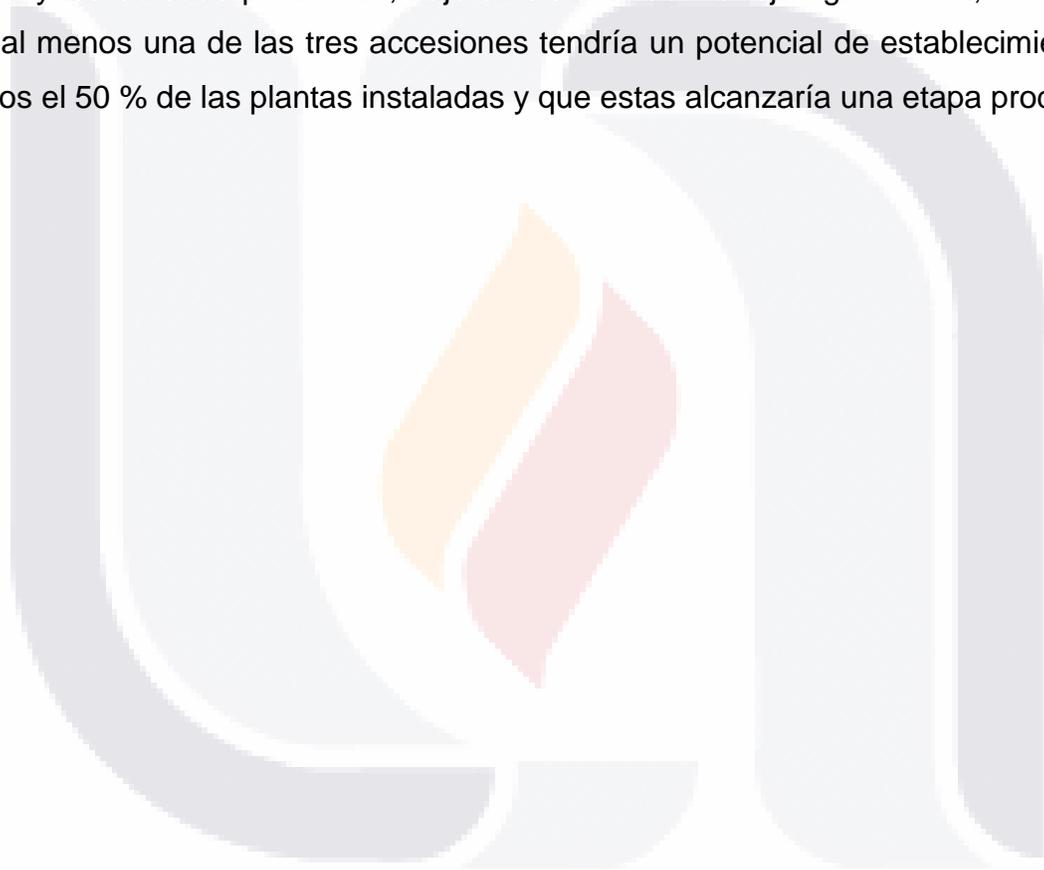
En México, el uso de recursos forestales no maderables se ha implementado desde hace varias décadas, principalmente con el uso diversificado de las especies. Por ejemplo, en la Selva baja de Chamela se caracterizó el uso de las diferentes especies, destacando su uso medicinal (Godínez Contreras, 2011), así como aquellas en las que se obtienen productos secundarios como la vara para las espalderas de cultivos agrícolas (Rendón-Carmona et al., 2013).

Recientemente se ha explorado el cultivo de especies forestales para la generación de recursos económicos a partir de ellos. Por ejemplo, se ha impulsado el cultivo de sábila (*Aloe vera*) para la elaboración de shampo y la obtención de extractos medicinales. Así mismo, en algunos Estados de la Región Norte-Centro de México se aprovechan diferentes especies como el orégano silvestre (*Origanum vulgare*), el chile piquín (*Capsicum annum var. aviculare*), hojas de palma (*Sabal mexicana, Chamaedorea radicalis, Brahea dulcis*), vainas de mezquite (*Prosopis juliflora*), laurel (*Litsea*), etc. (Martínez-Sánchez et al., 2017).

El cultivo de chile silvestre en México se realiza principalmente en algunos Estados del Norte de México, aunque se tienen registros también en el Centro y Sur-Este del País. En el Noreste de México (Hernández-Verdugo et al., 2015), la producción agroforestal de este cultivo se encuentra comúnmente asociada a diferentes especies arbóreas nativas (que comprenden el típico matorral verde) como generadores de la sombra forestal requerida para el cultivo de chile (30% de sombra al azar). Bajo este sistema, puede o no ser necesario el uso de agroquímicos y de riego por goteo (Villalon-Mendoza et al., 2015). En los últimos años en el Estado de Nuevo León (uno de los principales productores de cítricos), se ha experimentado en la producción de chile silvestre bajo manejo agroforestal en huertas de naranjo, obteniendo buenos resultados de producción de chile (Villalón Mendoza, 2016).

En el Estado de Aguascalientes existe poca información sobre la implementación de agroforestería, auspiciados principalmente por iniciativas gubernamentales, entre ellos, la Secretaría de Desarrollo Agroempresarial (SEDRAE), Secretaría de Medio Ambiente (SMAE) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), donde se han establecido de manera experimental el aprovechamiento de Orégano (*Origanum vulgare*), la obtención de grana cochinilla en invernadero y la instalación de agave silvestre (*Agave salmiana* var. *salmiana* y *A. angustifolia*) a través de proyectos de restauración ecológica y en sistemas agrosilvopastoriles en asociación con especies forestales de la región. Aguascalientes tiene 0.3% de la superficie agrícola del país y entre los principales productos agrícolas que produce la entidad son maíz, frijol, guayaba, avena, pastos, alfalfa, nopal, uva y durazno, también produce hortalizas como lechuga, ajo y chile (Ramos-Sandoval et al., 2017). De los anteriores uno de los productos que más destacados es la guayaba, y la principal zona productora de guayaba en el estado se localiza en el municipio de Calvillo que ocupa 16.6% del territorio del estado. A nivel nacional Calvillo es el segundo municipio productor de guayaba (Borja Bravo et al., 2018) produciendo 90 mil toneladas anuales (Borja et al., 2016). Los mismos autores mencionan que en el año 2015 en México el consumo de guayaba fue de 285.1 mil toneladas, donde Aguascalientes aportó el 29%. Sin embargo, la estacionalidad de la

producción de guayaba en el Estado ha originado volatilidad en los precios, ya que por ejemplo, en los meses de mayor producción (octubre a enero) los precios de la guayaba son menores al promedio anual, originando una disminución en la ganancia de los productores (Ramos-Sandoval et al., 2017). Existen datos que demuestran que la participación del Estado ha disminuido en los últimos años, ya que en 2001 el porcentaje que abastecía Aguascalientes al consumo nacional era de 38% (Borja et al., 2016). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el establecimiento y adaptación de 3 procedencias de chile silvestre (Sonora, Querétaro y Chiapas) en asociación con árboles de guayaba en edad productiva, bajo un sistema de manejo agroforestal, considerando que al menos una de las tres accesiones tendría un potencial de establecimiento de al menos el 50 % de las plantas instaladas y que estas alcanzaría una etapa productiva.



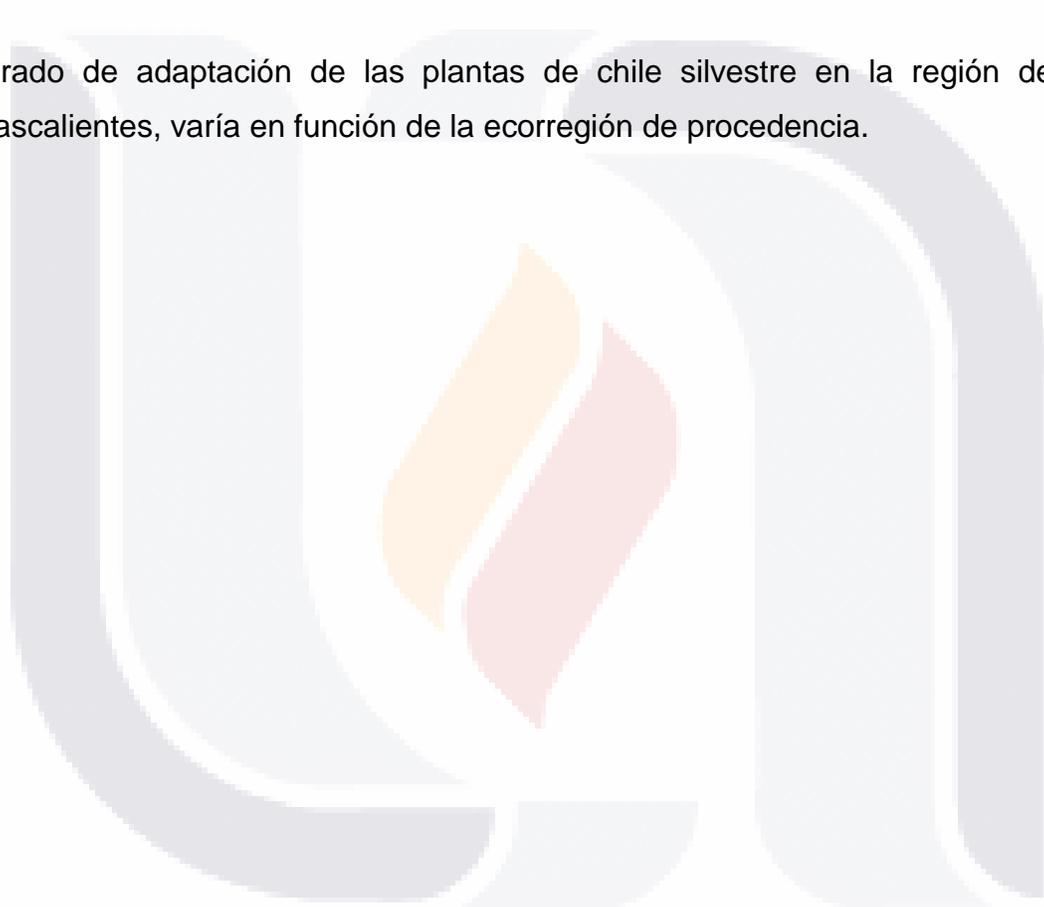
3.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

OBJETIVO

Determinar el nivel de sobrevivencia y establecimiento de tres procedencias de chile silvestre, bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayaba de la UMAFOR 0101 en Calvillo, Aguascalientes.

HIPÓTESIS

El grado de adaptación de las plantas de chile silvestre en la región de Calvillo, Aguascalientes, varía en función de la ecorregión de procedencia.



3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Áreas de estudio

Calvillo es uno de los once municipios del estado mexicano de Aguascalientes. Tiene una altura promedio de 1640 msnm y se localiza al occidente del estado de Aguascalientes en las coordenadas 102° 43' longitud oeste y 21°51' de latitud norte, a una distancia de 52 km de la ciudad de Aguascalientes, capital del estado (Figura 3.1). Colinda con los municipios de San José de Gracia, Jesús María y Aguascalientes. Su extensión territorial es de 931.26 km².



Figura 3.1 Área de estudio. Municipio de Calvillo, Aguascalientes.

El clima predominante en el municipio es semicálido, con una temperatura media anual entre los 18° y 22°C. Entre los meses de mayo y agosto se registra la más alta temperatura. La precipitación pluvial es de 660 milímetros. El promedio de heladas al año es de 30 días. Los vientos dominantes son alisios en dirección suroeste-noroeste durante

el verano y parte del otoño (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, 2010).

El municipio está constituido por terrenos de la edad cenozoica, período terciario, compuestos por regosol, feozem, luvisol, litogol y planasol, de los cuales la mayor parte son para uso forestal comercial en especies maderables y forestal de consumo doméstico, así como de uso agropecuario (División Política del Estado de Aguascalientes, 2016).

3.3.2 Selección de huertas

La selección de las huertas de guayabo en edad productiva se realizó por criterios de conveniencia, es decir, en función de la disponibilidad de los productores de participar de principio a fin (18 meses), por lo que se platicó con cada uno de ellos sobre las metas planteadas para este trabajo de investigación.

Se identificaron y seleccionaron cuatro huertas de guayaba en edad productiva, registrándose los datos que aparecen en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Información sobre las cuatro huertas de guayaba seleccionadas para desarrollo del proyecto en Calvillo, Aguascalientes.

ID	Propietario	Ubicación		Altura de la huerta (msnm)	Sistema de riego	Deshierbe	Tipo de poda	Fuente de agua	Edad promedio de la huerta (años)	Potencial productivo
		Longitud	Latitud							
H1	Sr. Manuel Aranda	21°58'57.1"	102°39'40.1"	1848	Microaspersión	Mecánico	Despunte	Pozo	30	Alta
H2	Sr. Roberto Hernández	21°58'40.2"	102°40'12.6"	1824	Microaspersión	Mecánico	Despunte	Presa	36	Alta
H3	Sr. José Díaz	21°55'53.3"	102°41'36.3"	1805	Microaspersión	Mecánico	Despunte	Presa	35	Alta
H4	Sr. José Martínez de Loera.	21°55'51.8"	102°43'08.6"	1772	Por gravedad	Mecánico	Despunte	Presa	35	Alta

3.3.3 Selección de árboles de guayabo.

Se realizó un recorrido por cada una de las huertas delimitando aquellas zonas que presentaban homogeneidad en el terreno, es decir donde los árboles presentarían características similares (altura, diámetro de copa, área basal, etc.).

Se identificaron y marcaron con pintura de vinil 15 árboles de guayabo en edad productiva, formando un cuadrante de árboles de 3 x 5. Se pintaron 5 árboles en color azul marino (procedencia de Sonora), 5 en color amarillo (procedencia de Querétaro) y 5 en color azul maya (procedencia de Chiapas).

En la Figura 3.2 se ilustra la conformación del cuadrante en cada una de las huertas.

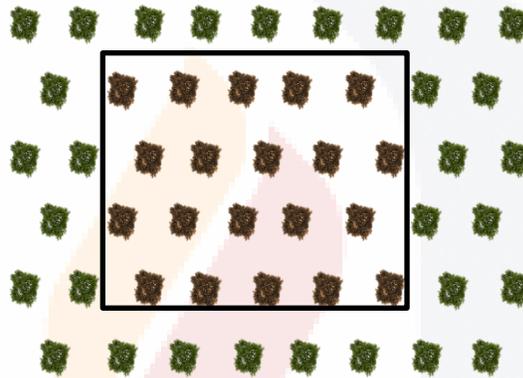


Figura 3.2 Diseño de selección de árboles de guayabo.

Considerando que los árboles de guayaba anualmente pierden la corteza, para evitar la pérdida de unidades experimentales se realizó un retoque con pintura cada 6 meses en cada uno de los árboles seleccionados

3.3.4 Análisis de suelo

Se utilizó la técnica de muestreo “5 de oros” donde por medio de una representación gráfica de nuestra área de trabajo (20 árboles) se trazaron líneas diagonales para poder identificar de manera visual los árboles que se tendrían que muestrear. Por lo anterior y derivado del tipo de plantación en las huertas (tresbolillo), se eligieron los cuatro árboles de las esquinas, cuatro más que se encontraran sobre las líneas diagonales y uno más

que se encontrará cerca de la intersección de las diagonales (centro del cuadrante). Para la toma de muestras se utilizó una barrena de acero inoxidable, que fue proporcionada por el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. El muestreo se realizó dentro del área delimitada para el trasplante (Figura 3.3).

Se tomaron 4 sub muestras por árbol de manera equidistante, las cuales se colocaron en bolsas de plástico (25 x 35 cm) y se etiquetaron. La muestra obtenida por árbol fue de aproximadamente 200 gramos.



Figura 3.3 Muestreo de suelos en huertas de guayaba

Una vez obtenidas las muestras de las 4 huertas se procedió a secar cada una de ellas sobre papel, tratando de extender la muestra para poder facilitar la pérdida de humedad. Se obtuvieron 9 muestras compuestas por huerta de guayaba (cada muestra compuesta se formó por las cuatro sub muestras obtenidas de cada árbol).

Las muestras de suelo secas fueron llevadas al laboratorio de Suelos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, ubicada en las Instalaciones de la Posta Zootécnica.

Análisis de muestras. De las 9 muestras obtenidas por huerto se formó una muestra compuesta para poder realizar el análisis. Para cada una de las muestras se obtuvieron tanto características físicas como químicas (Cuadro 3.2) que permitieron inferir el tipo y la calidad de suelo de las huertas elegidas.

Cuadro 3.2 Metodología utilizada para la determinación de parámetros físicos y químicos del suelo de cuatro huertas de guayaba de Calvillo, Aguascalientes.

Determinación	Metodología
% de arena	Bouyoucos
% de limo	Bouyoucos
% de arcilla	Bouyoucos
% de saturación	Estimada
D.A. gr/cm ³	Probeta
pH	(1:2 Agua)
C.E. dS/m-1	estim. (1:2 Agua)
% M.O.	Walkley y Black
Nitrógeno inorgánico total (mg/	Micro-Kjeldahl
Fosforo disponible (mg/kg)	Olsen
Potasio intercambiable (mg/kg)	Acetato de amonio
Calcio intercambiable (mg/kg)	Acetato de amonio
Magnesio intercambiable (mg/kg)	Acetato de amonio
Sodio intercambiable (mg/kg)	Acetato de amonio
CIC Cmol (+) kg-1	Estim. (Acidez interc. y cationes interc.)
Hierro disponible (mg/kg)	Quelatante (DTPA)
Manganeso disponible (mg/kg)	Quelatante (DTPA)
Zinc disponible (mg/kg)	Quelatante (DTPA)
Cobre disponible (mg/kg)	Quelatante (DTPA)
Boro disponible (mg/kg)	Azometina-H

3.3.5 Trasplante de procedencias de chiles silvestres

El trasplante se realizó en el mes de junio del año 2017. Para esta actividad se utilizaron pico, pala y cinta métrica. Las plantas se transportaron a cada una de las huertas seleccionadas en el municipio de Calvillo, Aguascalientes. Se realizó una cepa a 90 cm del tronco del árbol de guayaba a una profundidad de 35 cm (tamaño del cepellón de las plantas), colocando las plantas de manera equidistante por árbol de guayaba (Figuras

3.4, 3.5 y 3.6). Es importante recalcar que la orientación de los trasplantes se fue rotando conforme a la vuelta de las manecillas del reloj, para tener las cuatro orientaciones posibles (Norte, Sur, Este y Oeste).



Figura 3.4 Trasplante de procedencia “Chiapas” en asociación con árbol de guayaba.



Figura 3.5 Trasplante de procedencia “Sonora” en asociación con árbol de guayaba.

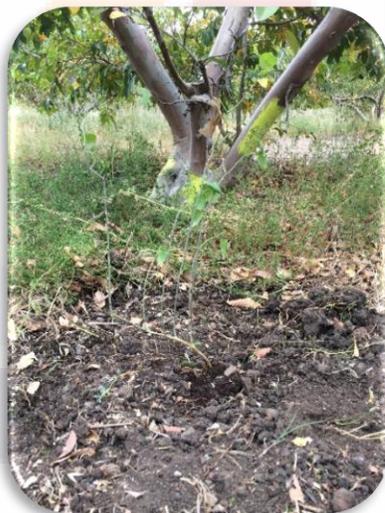


Figura 3.6 Trasplante de procedencia “Querétaro” en asociación con árbol de guayaba.

Se trasplantaron 15 plantas de chiltepín por cada procedencia en cada huerta para un total de 45 plantas de chile silvestre por huerta y 180 plantas en las 4 huertas. La representación de la plantación se muestra en la Figura 3.7.

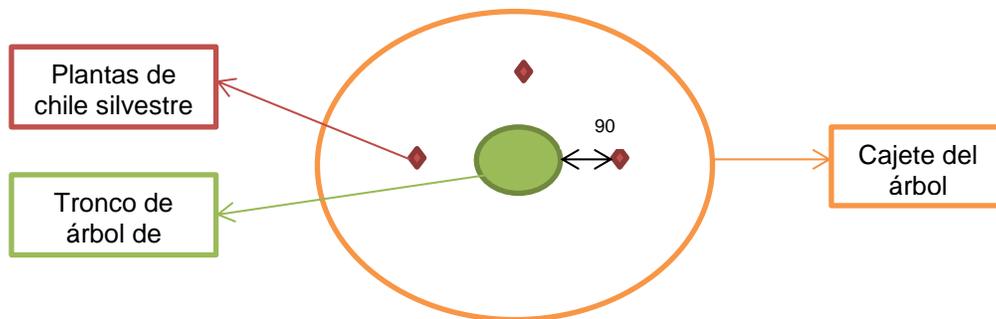


Figura 3.7 Representación del modelo de plantación de las 3 procedencias de chile silvestre en asociación con árbol de guayaba.

Se debe señalar que debido a la poca sobrevivencia que se tuvo en la procedencia “Querétaro” durante la etapa de acondicionamiento, para el establecimiento en campo se usaron plantas de la primera producción (Capítulo 1) con el fin de poder garantizar la cantidad mínima requerida (15 plantas/huerta). Dicha planta contaba con 6 meses más de edad.

3.3.6 Determinación de sobrevivencia y establecimiento.

La sobrevivencia y establecimiento se determinó mediante conteos totales de plantas vivas de cada una de las procedencias a los 8 y 30 días después del trasplante respectivamente. Toda la información recabada se almacenó en una base de datos de Excel® para su posterior análisis.

3.3.7 Análisis de la información

Los datos se analizaron en el programa Estadístico Minitab17®. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) para las variables sobrevivencia a 8 días después del trasplante (ddt) y establecimiento a 30 ddt. En aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se corrió una prueba de comparación de medias Fisher LSD con $\alpha=0.05$. Para el caso de los análisis de suelo (parámetros físicos y químicos) se realizó una comparativa no estadística de los valores obtenidos entre huertas.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1 Análisis de suelo.

Textura del suelo. Con los procedimientos ilustrados en la Figura 3.8 y apoyándose en el triángulo textural se determinó que la textura de suelo para “Huerta 1” es arcilloso, para “Huerta 2” y “Huerta 3” Franco arcillo arenoso y para “Huerta 4” Franco arcilloso.

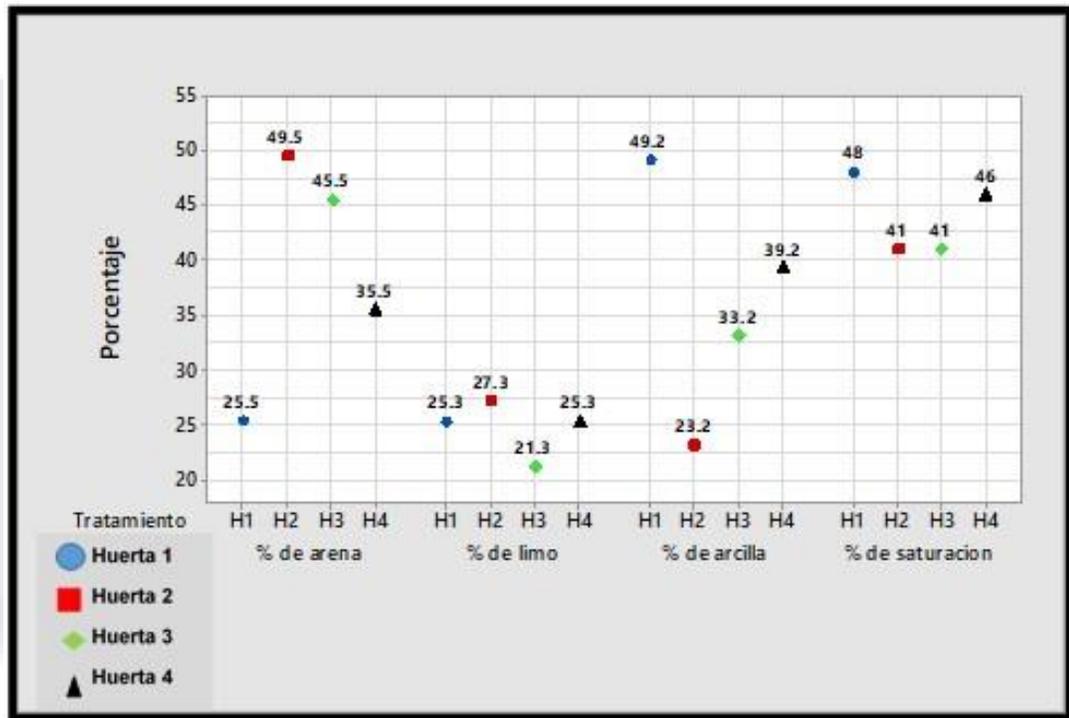


Figura 3.8 Porcentaje de arena, arcilla, limo y saturación de suelo en las cuatro huertas de guayabo seleccionadas en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Los terrenos con textura arcillosa (como los de la “Huerta 1”) pueden presentar problemas de pegajosidad, siendo muy notorio al momento de arar la tierra, caminar o muestrear la tierra. Además, al secarse la tierra se vuelve dura y de ahí el calificativo de “pesado” que se le da a este tipo de suelo. Los suelos arcillosos también suelen retener gran cantidad de agua, aun cuando el volumen total de poros es muy elevado, aunque generalmente la mayoría de los poros de este tipo de suelo poseen diámetros menores al espesor de la película de agua que puede retenerse alrededor de cada partícula de suelo (Thompson and Troeh, 1988).

Los suelos franco arcillosos y franco arcillo arenosos tienen una consistencia adhesiva, con una infiltración de regular a deficiente, con una capacidad de retención de humedad de media a alta y una aireación regular (Núñez Solís, 1981).

Materia orgánica. Tomando como referencia la clasificación establecida en la NOM-021-RECNAT-2000 publicada por (SEMARNAT, 2003), la “Huerta 1”, “Huerta 2” y “Huerta 3” se encuentran dentro de la clasificación “alto” en materia orgánica (3.6 – 6.0 para suelos no volcánicos), mientras que la “Huerta 4” se encuentra en la clasificación muy alto (>6.0 para suelos no volcánicos) (Figura 3.9).

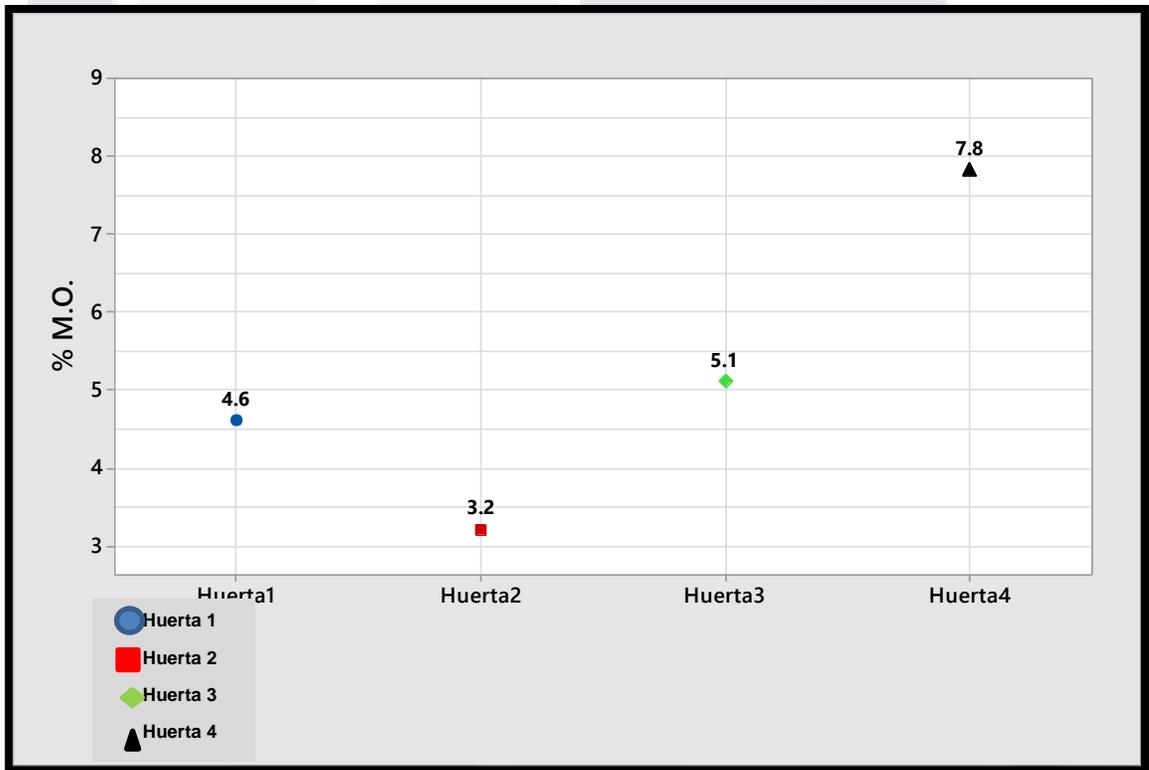


Figura 3.9 Porcentaje de materia orgánica en suelos de cuatro huertas de guayabo en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Torrez Arias and Chinchilla, (2006) mencionan que las fuentes de materia orgánica desempeñan funciones específicas como aportación de nutrientes, alcalinizantes,

retención de humedad y mejora las condiciones físicas y químicas del suelo. Además, la materia orgánica ayuda en el control de plagas, principalmente de nematodos.

Densidad aparente. En la Figura 3.10 se muestran los resultados obtenidos de densidad aparente. Según la NOM-021-RECNAT-2000 en suelos minerales el rango de densidad aparente para suelos arcillosos es de 1.0 a 1.19 g/cm³, para suelos francos de 1.20 a 1.32 g/cm³ y para suelos Arenosos mayores a 1.32 g/cm³.

pH. El pH observado en las huertas se encontró de en un rango de 7 a 7.5 lo que indica que 3 huertas están dentro de la clase de suelos neutros (Huertas 2, 3 y 4) y la “Huerta 1” en la clase de suelo ligeramente alcalino según la NOM-021-RECNAT-2000. Según (Torrez Arias and Chinchilla, 2006), los valores de pH que se tiene en las huertas de guayaba se encuentran dentro del rango deseable para este tipo de cultivo (4.5 a 8.5). Otro factor de importancia a considerar es que en pH de 7 (neutros) son asimilables nutrientes esenciales como N, P, K, S, Ca y Mg.

Conductividad eléctrica. En la Figura 3.10 se observa que la “Huerta 1” y “Huerta 2” presentaron los mismos valores de conductividad eléctrica y que basado en la NOM-021-RECNAT-2000 publicada por (SEMARNAT, 2003), se encuentran en el rango de efectos bajos en salinidad (<1.0). Para las “Huerta 3” y “Huerta 4” se tiene que se encuentran en el rango ligeramente salino (1.1 – 2.0).

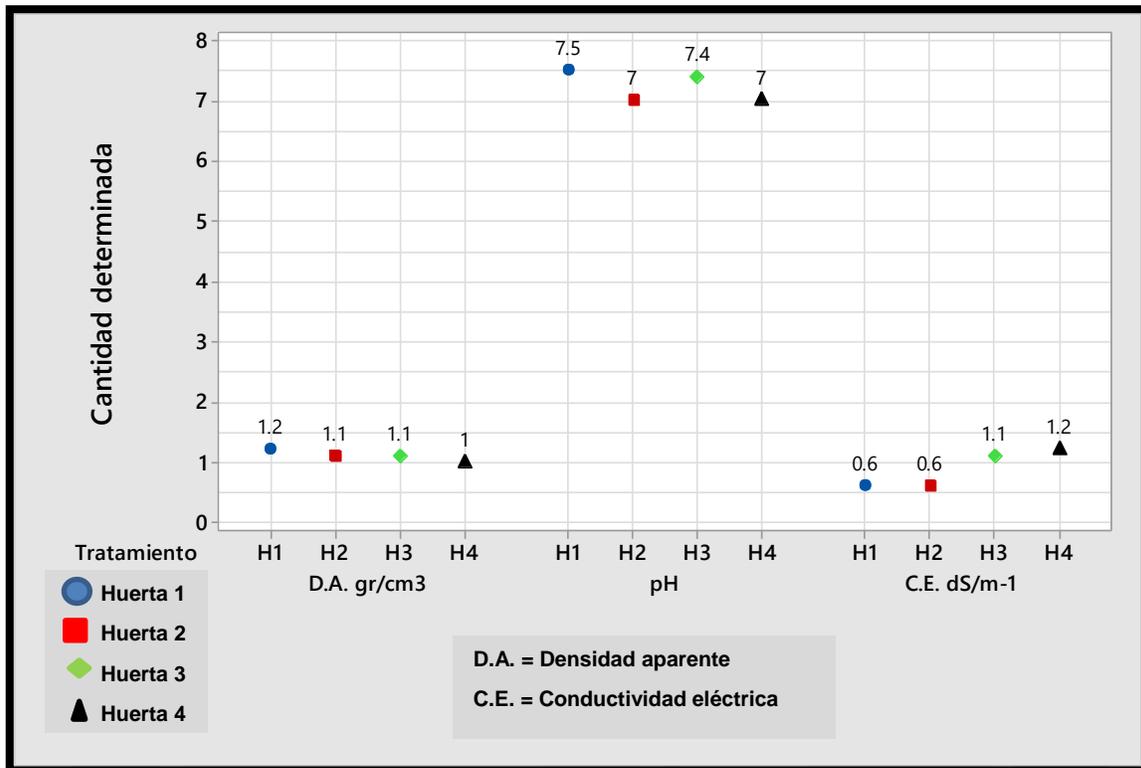


Figura 3.10 Densidad aparente, pH y conductividad eléctrica en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Nitrógeno (N). Los resultados para las cuatro huertas de guayabos se muestran en la Figura 3.11. Se observa que los valores de las cuatro huertas estuvieron en un rango de 3.3 a 5.4 mg/kg, teniendo su el máximo valor en la “Huerta 1” y el mínimo en las “Huertas 2 y 3”. Los resultados indican que existen valores muy altos para este elemento (>.25) en las cuatro huertas según la NOM-021-RECNAT-2000. Lo anterior puede deberse a los abonos (orgánicos) aplicados a las huertas que aún están en proceso de degradación y, en consecuencia, de asimilarse por las plantas.

Fosforo (P). Los resultados del análisis mostraron rangos en las cuatro huertas de guayaba de 41.6 a 97, siendo nuevamente la “Huerta 1” la que mayor valor arrojó y la “Huerta 2” la que presentó el valor más bajo. Sin embargo, según la NOM-021-RECNAT-2000 los valores obtenidos en las cuatro huertas son altos (>11 mg/kg). Según Torrez Arias and Chinchilla, (2006) los valores altos de Fosforo (P) pueden generar sinergismo en ciertos minerales necesarios para las plantas como el Calcio (Ca), Manganeso (Mn),

Boro (B) y Molibdeno (Mo), pero a su vez genera problemas en la asimilación de Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Potasio (K), Azufre (S), Cobre (Cu) y Nitrógeno (N), ocasionando que las plantas necesiten grandes cantidades de éstos nutrientes para desarrollar sus funciones metabólicas.

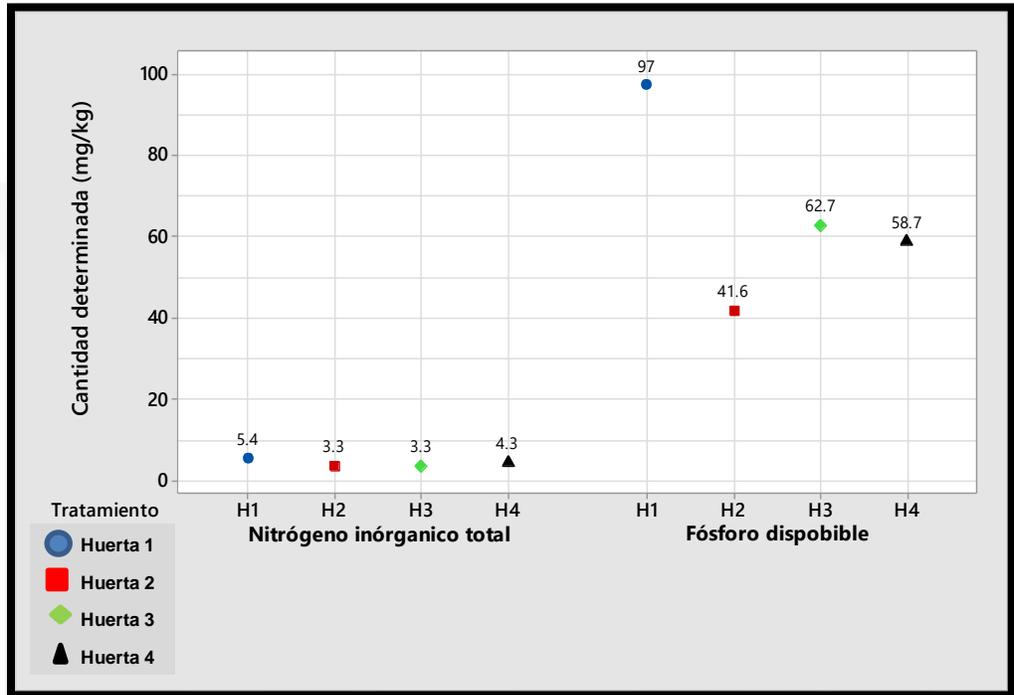


Figura 3.11 Nitrógeno y Fósforo presente en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Potasio (K). Los valores en las cuatro huertas oscilaron entre 558.3 y 897.7 mg/kg, donde la “Huerta 1” aparece nuevamente con el valor más alto y, la “Huerta 3” con el valor más bajo (Figura 3.12). Torrez Arias and Chinchilla, (2006) mencionan que altos niveles de Potasio (K) generan sinergia con minerales como el Ca, Mg, Fe, Mn, B y Mo, pero afecta la asimilación de S, Na, Cu, N y P. Es importante hacer mención que el Potasio (K) es un elemento extremadamente móvil que juega un papel importante en la calidad de la planta, ya que influye en el desplazamiento de azúcares y en el equilibrio hídrico, así como en el llenado de frutos y apertura de flores (Torrez Arias and Chinchilla, 2006).

Calcio (Ca). Los valores para las huertas fueron los siguientes: “Huerta 1” con 2,962 mg/kg, seguida de la “Huerta 4” con 2,546.7 mg/kg, la “Huerta 2” con 2.481.7 mg/kg y por

último la “Huerta 3” con 2,197 mg/kg. Los resultados de nueva cuenta excedieron los valores presentados por la NOM-021-RECNAT-2000 (>40), lo que puede generar la asimilación de minerales como Zn, Cu y Mo (Torrez Arias and Chinchilla, 2006).

Magnesio (Mg). Los valores estuvieron en un rango de 448.1 a 482.6 mg/kg, siendo la “Huerta 1” la que mayor valor presentó (Figura 3.12). Al igual que el N, P, K y Ca, el Magnesio (Mg) presenta alta disponibilidad en suelos con pH de 7 a 7.5 (Torrez Arias and Chinchilla, 2006), como es el caso de las huertas en estudio.

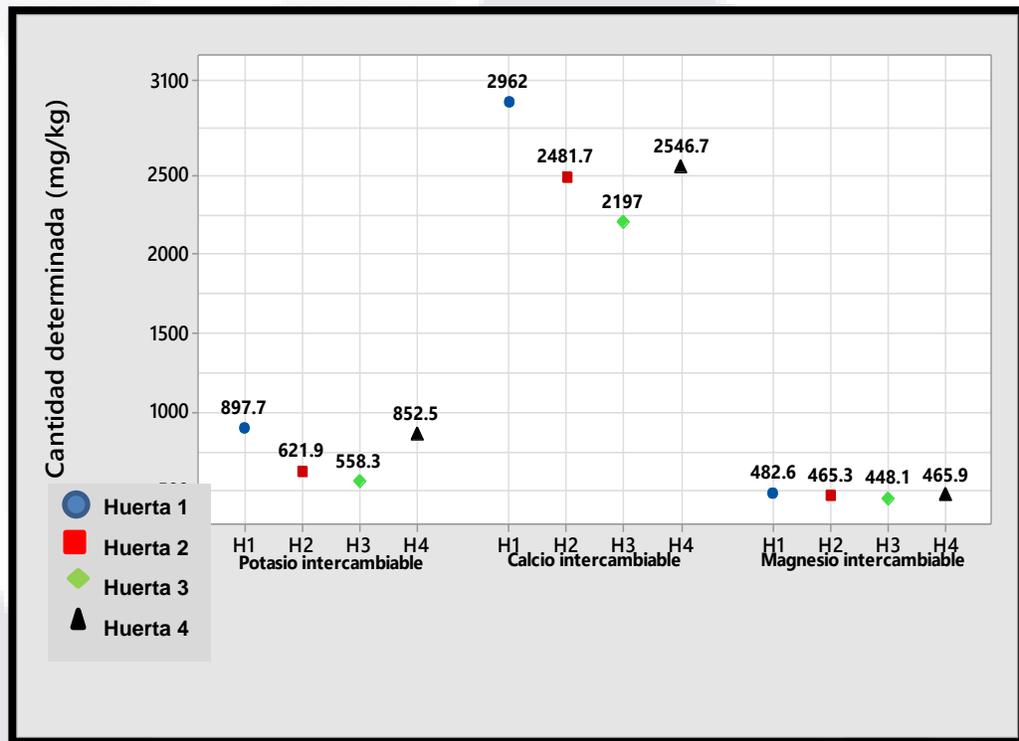


Figura 3.12 Contenido de Potasio, Calcio y Magnesio en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Capacidad de intercambio catiónico. Los valores obtenidos en este análisis se muestran en la Figura 3.13, donde se observa que la “Huerta 1” es la que presentó el valor más alto con 21.26 y la “Huerta 3” el valor más bajo con 16.21 Cmol (+) kg⁻¹. De los valores podemos determinar según la NOM-021-RECNAT-2000 las cuatro huertas se

encuentran dentro de la clasificación de suelos con fertilidad media (15-25 Cmol (+) kg⁻¹), coincidiendo con la clasificación de Torrez Arias and Chinchilla, (2006) a excepción de la “Huerta 1” quien entraría en alta fertilidad.

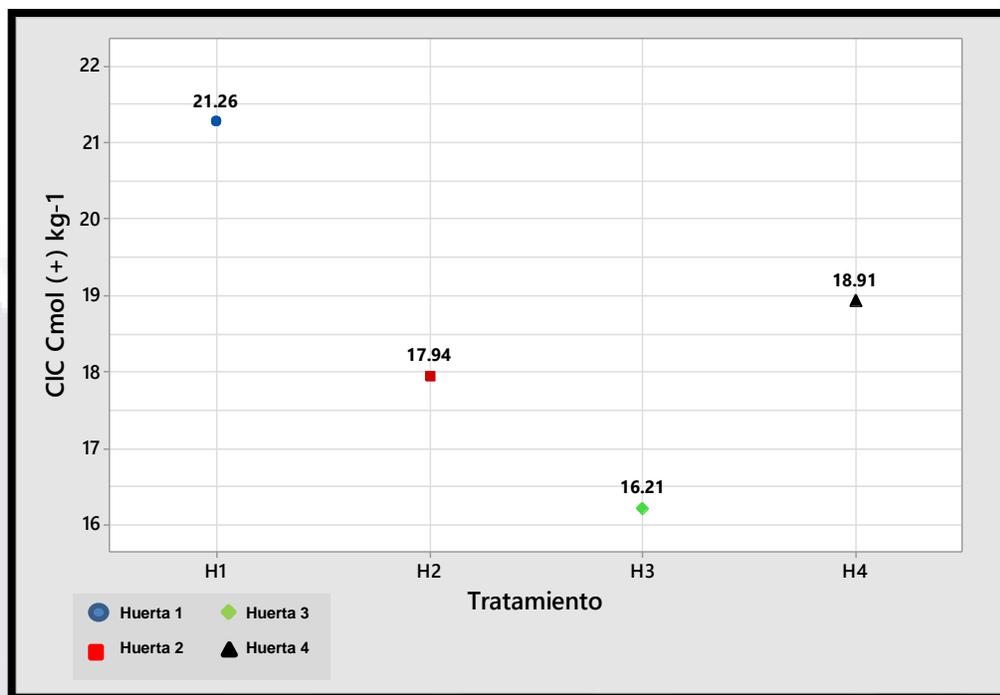


Figura 3.13 Capacidad de intercambio catiónico presente en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Sodio (Na). Las “Huertas 1 y 4” fueron las que presentaron los valores más altos (46.8 y 41.6 mg/kg respectivamente) y las “Huertas 2 y 3” las que arrojaron valores más bajos (29.5 y 28.9 mg/kg respectivamente).

Hierro (Fe). Los valores oscilaron entre 37.5 y 57.5 mg/kg, teniendo a la “Huerta 1” ahora con el valor más bajo y a la “Huerta 2” con el valor más alto (Figura 3.14). Los valores obtenidos en las cuatro huertas se encuentran dentro de la clasificación “adecuado” (>4.5) según la NOM-021-RECNAT-2000. Sin embargo, la “Huerta 1” es la que puede presentar mayor inconveniente con algunos minerales necesarios para la planta como son Zn, B, Mo, P, y S (Torrez Arias and Chinchilla, 2006).

Manganeso (Mn). La “Huerta 4” fue la que presentó el valor más alto (39.9 mg/kg), seguida de la “Huerta 3” (36.5 mg/kg), “Huerta 1” (26.1 mg/kg) y por último la “Huerta 2”

(25.1 mg/kg). Todas las huertas están dentro de la clasificación de “adecuado” (>1.0 mg/kg) según la NOM-021-RECNAT-2000.

Zinc (Zn). En la Figura 3.14 se observa que los valores estuvieron entre 6.7 y 17.6 mg/kg, siendo la “Huerta 3” la del valor más alto y la “Huerta 2” la del valor más bajo. Según la NOM-021-RECNAT-2000 valores mayores a 1.0 se encuentran dentro de la clasificación “adecuado” lo que hace descartar algún problema por deficiencia de este micronutriente. Uno de los inconvenientes que se puede tener en las “Huertas 1 y 3”, es la influencia que puede tener el pH de las huertas (7.5 y 7.4 respectivamente) en la disponibilidad de del Zinc, ya que este micronutriente se aprovecha mejor en un rango de pH de 5.0 a 7.0 (Torrez Arias and Chinchilla, 2006).

Cobre (Cu). La “Huerta 1” presentó el valor más bajo (11.2 mg/kg) y la “Huerta 2” el valor más alto (23.1 mg/kg). Todas las huertas se encuentran dentro de la clasificación de “adecuado” (valores mayores a 1.0 mg/kg) según la NOM-021-RECNAT-2000. Se debe considerar la misma observación para las “Huertas 1 y 3” ya que el Cobre (Cu) tiene el mismo comportamiento que el Zinc, es decir, que se aprovecha mejor en pH de 5.0 a 7.0 (Torrez Arias and Chinchilla, 2006).

Boro (B). La “Huerta 4” fue quien presentó el valor más alto y la con 1.7 mg/kg y la “Huerta 2” obtuvo el valor más bajo con 0.5 mg/kg. Las “Huertas 1 y 3” tuvieron valores de 1.5 y 1.2 mg/kg respectivamente. Tomando como referencia la NOM-021-RECNAT-2000 encontramos que la “Huerta 2” se encuentra dentro de la clasificación de baja concentración de Boro (0.39 a 0.79 mg/kg), la “Huerta 3” en la concentración media (0.80 a 1,29 mg/kg) y las “Huertas 1 y 4” en la concentración alta (1.30 a 2.10 mg/kg). Acuña, (2005) menciona que es difícil establecer los niveles de concentración de Boro (B) como nutrimento debido al rango tan estrecho entre los valores de deficiencia y de toxicidad en la solución del suelo, además, dependerá de cada especie el nivel de afectación que se tenga por la deficiencia o exceso de este nutriente.

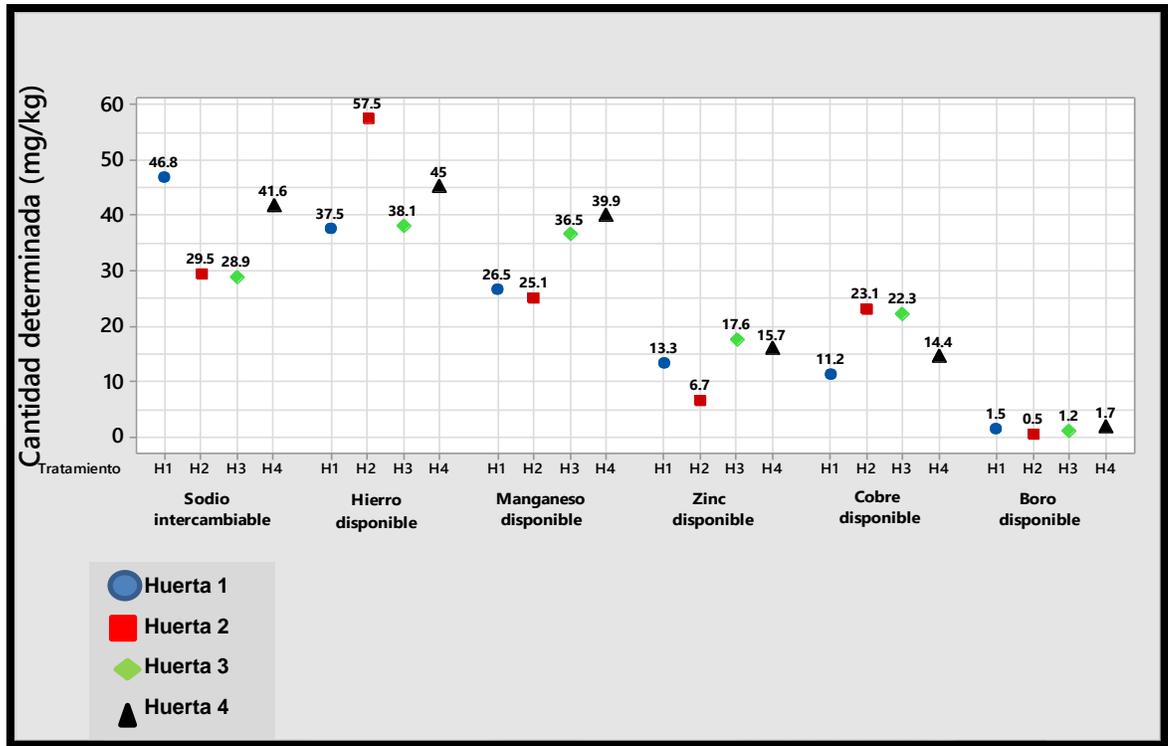


Figura 3.14 Contenido de micronutrientes (Na, Fe, Mn, Zn, Cu y B) en suelos de cuatro huertas de guayabos en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

3.4.2 Supervivencia y establecimiento de las procedencias en las huertas

Huerta 1.

Sobrevivencia. La supervivencia a 8 dds (días después del trasplante) para las procedencias de Sonora y Querétaro en la “Huerta 1” fue de 100% (n=15 plantas para cada procedencia), mientras que para la procedencia “Chiapas” fue de 87% (n=13). Aunque no existieron diferencias significativas (Cuadro 3.3 y Figura 3.15); la mortalidad de las plantas expresada en la procedencia “Chiapas” pudo deberse al estrés hídrico que presentó posiblemente por provenir de una región de mucha humedad. La zona de plantación no presentaba humedad al momento de realizar el trasplante lo que pudo ocasionar dificultades para la planta, ya que como menciona Birchler et al., (1998) el contacto entre la raíz y el suelo, así como el inicio de absorción de agua son puntos críticos que determinarían la supervivencia a corto plazo.

Cuadro 3.3 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en la “Huerta 1”.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	0.1778	0.08889	2.15	0.129
ERROR	42	1.7333	0.04127		
TOTAL	44	1.9111			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

Establecimiento. No existieron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias de Sonora y Querétaro (100 y 87 % respectivamente; $p \leq 0.05$), sin embargo, la procedencia de Chiapas si mostró diferencias estadísticas significativas en relación con las otras dos procedencias ($p \leq 0.05$) (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 1”

TRATAMIENTO	*N	MEAN	GROUPING
SONORA	15	1.0	A
QUERETARO	15	0.8667	A
CHIAPAS	15	0.60	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

*N= Número total de plantas por huerta.

Las variaciones mostradas en las procedencias pudieron estar influenciadas principalmente por el manejo que se le dio a la huerta, ya que a los 30 dds solo se aplicó un riego lo que pudo ocasionar que las procedencias “Querétaro” y “Chiapas” sufrieran mortalidad, sobre todo Chiapas, ya que está adaptada a condiciones de mucha humedad (precipitación media anual de 2,619 mm) (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2018). Lo anterior puede sustentarse con lo mencionado por Codesido and Fernandez, (2010) quienes sugieren que algunas especies introducidas pueden no ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y edáficas.

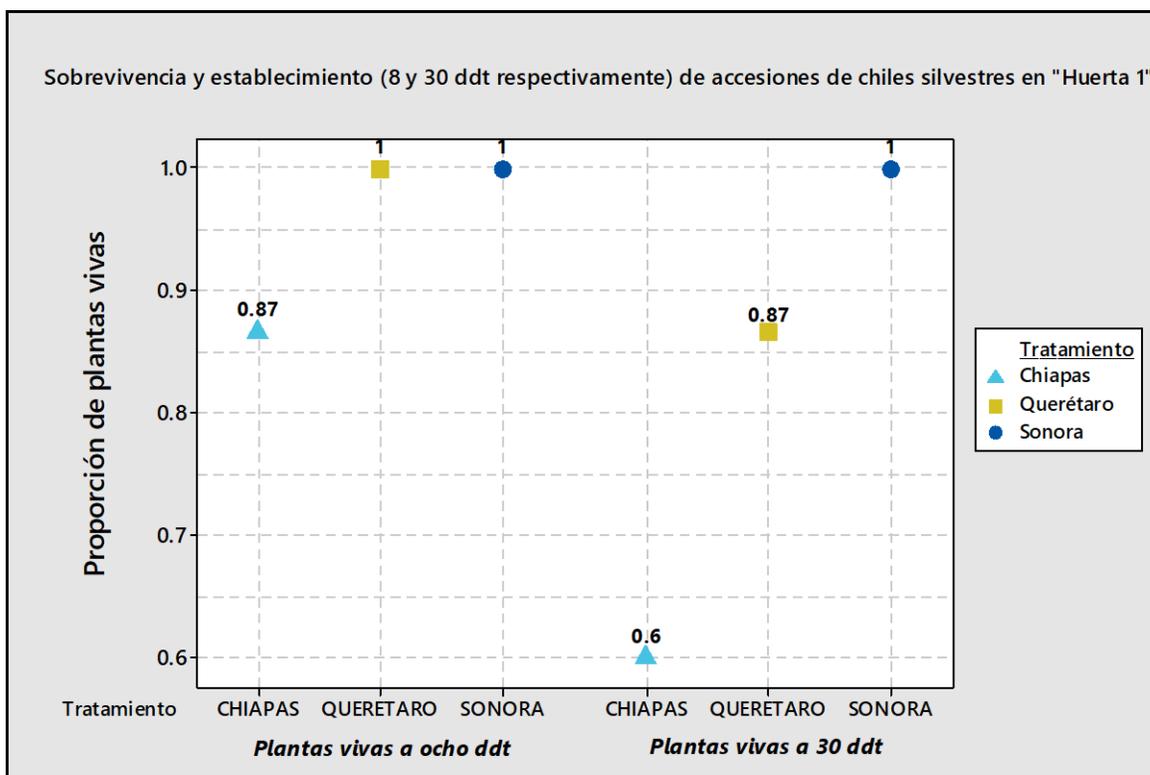


Figura 3.15 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 1”.

Huerta 2.

Sobrevivencia. Fue similar al comportamiento que tuvieron las tres procedencias en “Huerta 1”, teniendo a “Sonora” y “Querétaro” con 100% de plantas vivas (n=15) y la procedencia “Chiapas” con 93% (n=14), lo anterior se puede visualizar mejor en la Figura 3.16.

Mediante un ANOVA se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre las procedencias en “Huerta 2” (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.

Analysis of Variance					
Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamiento	2	0.04444	0.02222	1	0.376
Error	42	0.93333	0.02222		
Total	44	0.97778			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

Es importante mencionar que la muerte registrada en la procedencia “Chiapas” pudo deberse al poco vigor que presentaba al momento de ser trasplantada y que coincide con lo mencionado por Birchler et al., (1998) quienes sugieren que para garantizar el éxito de una plantación debe emplearse planta fisiológicamente adecuada (planta de calidad). El manejo en “Huerta 2” difirió completamente del manejo presentado en las demás huertas, ya que en ésta se realizaban riegos cada tercer día durante las dos primeras semanas después de ser trasplantadas, lo que coincide con Prieto Ruíz and Alarcón Bustamante, (1998) quienes aluden que en la fase de establecimiento de las plantas los riegos deben ser ligeros pero seguidos, ayudando a mantener el potencial hídrico por debajo de los límites de estrés durante los primeros días (Birchler et al., 1998). Además, la “Huerta 2” presentaba malla-sombra, favoreciendo a cambios óptimos en las condiciones de microclima como la regulación de la luz diaria y la temperatura, y el incremento de la humedad relativa (Valiente-Banuet and Gutierrez-Ochoa, 2016).

Establecimiento. No existieron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3.6). Aunque la procedencia “Chiapas” continuó mostrando comportamiento a la baja en el número de plantas vivas (n=12).

Cuadro 3.6 ANOVA para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.

Analysis of Variance					
Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Tratamiento	2	0.3111	0.15556	1.96	0.154
Error	42	3.3333	0.07937		
Total	44	3.6444			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

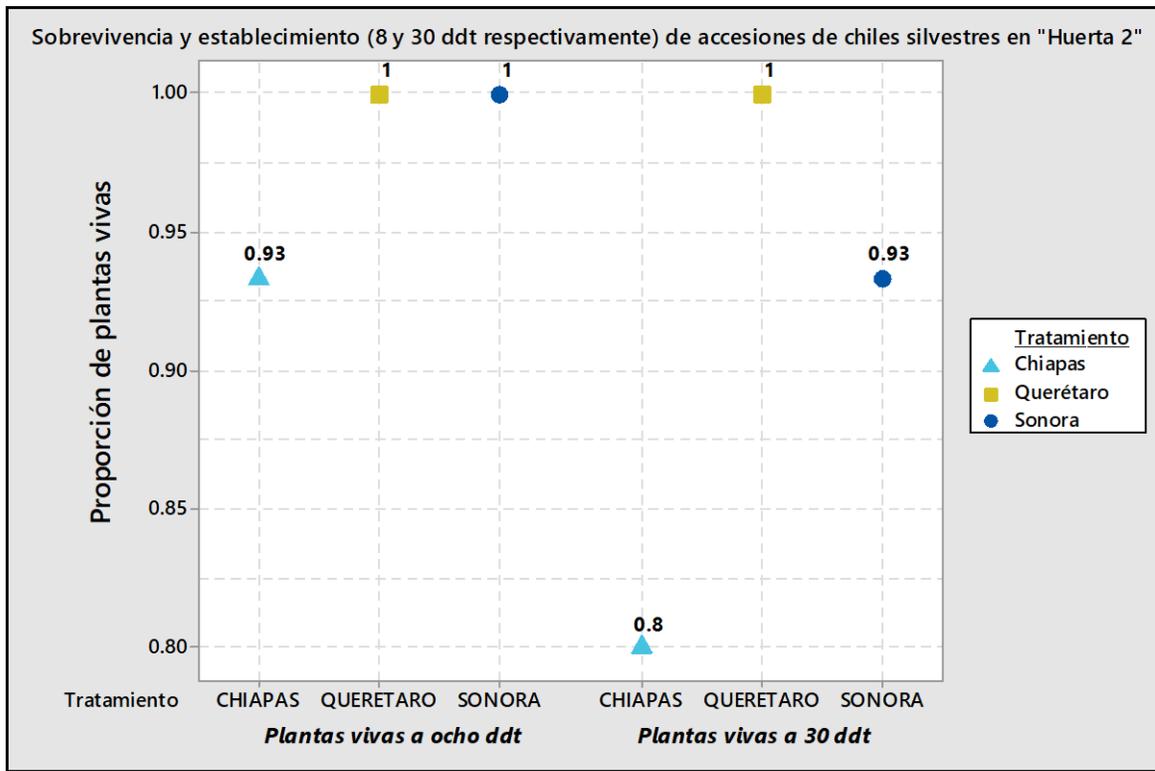


Figura 3.16 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 2”.

Huerta 3.

Sobrevivencia. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 3.7). La procedencia “Sonora” fue la única que obtuvo 100% de plantas vivas (n=15), seguida de la procedencia “Chiapas” con 93% (n=14) y por último la procedencia “Querétaro” con 87% (n=13). La mortalidad presentada en esta huerta se atribuye a daños por herbivoría ya que desde un inicio se observó la presencia de ganado vacuno en el predio, apreciándose plantas dañadas y/o trozadas. Las plantas de la procedencia “Chiapas” que presentaban daños físicos mostraron una buena capacidad de recuperación y regeneración. Caso contrario con las plantas de la procedencia “Querétaro” que no pudieron recuperarse de los daños ocasionados.

Cuadro 3.7 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en "Huerta 3".

ANALYSIS OF VARIANCE					
SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	0.1333	0.06667	1.05	0.359
ERROR	42	2.6667	0.06349		
TOTAL	44	2.8			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

Se observó la presencia de un insecto masticador afectando un 80 % de las plantas instaladas, mismo que posteriormente se identificó como *Plagiometriona clavata*, un Coleóptero que se asocia a las poblaciones silvestres de chiltepín en Sonora, Baja California Sur, Tamaulipas y Nuevo León (Martínez-Sánchez et al., 2017, Tejas et al., 2011), sin embargo, no se registró mortandad en las plantas. Este es el primer reporte de *P. clavata* en Aguascalientes (Figuras 3.17 y 3.18).



Figura 3.17 Presencia de *P. clavata* en plantas de chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes.



Figura 3.18 Daño ocasionado a plantas de chile silvestre por *P. clavata*.

Establecimiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3.8). El número de plantas vivas se redujo en las tres procedencias debido al problema de herviboría mencionado anteriormente, teniendo a la procedencia “Sonora” con un 87% (n=13), “Querétaro” con 73% (n=11) y “Chiapas” con 67% (n=10) (Figura 3.19). En esta huerta se contaba con malla-sombra y sistema de riego con microaspersión (riegos una vez por semana).

Cuadro 3.8 ANOVA para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 3”.

ANALYSIS OF VARIANCE					
SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	0.3111	0.1556	0.82	0.449
ERROR	42	8	0.1905		
TOTAL	44	8.3111			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

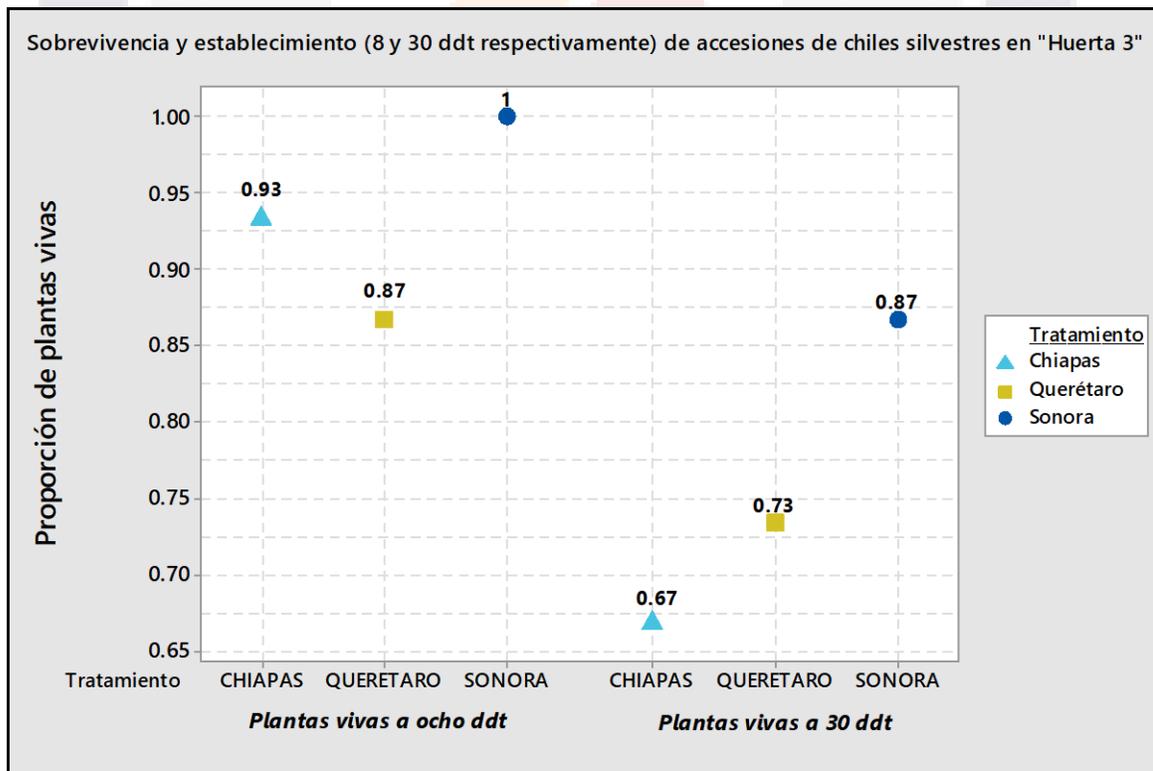


Figura 3.19 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en “Huerta 3”.

Huerta 4.

Sobrevivencia. No hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3.9). Prácticamente la Huerta 4 mostró el mismo resultado que la “Huerta 2” teniendo para las procedencias “Sonora” y “Querétaro” 100% (n=15) y para la procedencia “Chiapas” 93% (n=14). Lo anterior puede visualizarse claramente en la Figura 3.20.

Cuadro 3.9 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en “Huerta 4”.

ANALYSIS OF VARIANCE					
SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	0.04444	0.02222	1	0.376
ERROR	42	0.93333	0.02222		
TOTAL	44	0.97778			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

Establecimiento. No existieron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias de “Sonora” y “Querétaro” (n=15 y n=14 respectivamente), sin embargo, la procedencia “Chiapas” si mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3.10). La mortalidad presentada en las procedencias “Chiapas” y “Querétaro” pudo deberse a varios factores, el primero referente a la herviboría presente en el terreno ya que, si bien no se llegaron a ver físicamente animales, se observaron huellas en los cajetes de los guayabos y cerca de las plantas dañadas; otro factor fue el no realizar riegos en las primeras semanas después del trasplante, lo cual es vital para garantizar la adaptación de la planta ya que en esta etapa las plantas son muy sensibles al estrés hídrico debido los procesos de extracción del vivero y al trasplante (Birchler et al., 1998). Además, no existió control de maleza en la huerta por parte del propietario, existiendo fuerte competencia entre las plantas de chile silvestre y la maleza.

Cuadro 3.10 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en "Huerta 4"

TRATAMIENTO	N	MEAN	GROUPING
SONORA	15	1	A
QUERETARO	15	0.9333	A
CHIAPAS	15	0.667	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

*N= Número total de plantas por huerta.

Las fluctuaciones que se vieron en la "Huerta 4" se pueden apreciar claramente en la Figura 3.20.

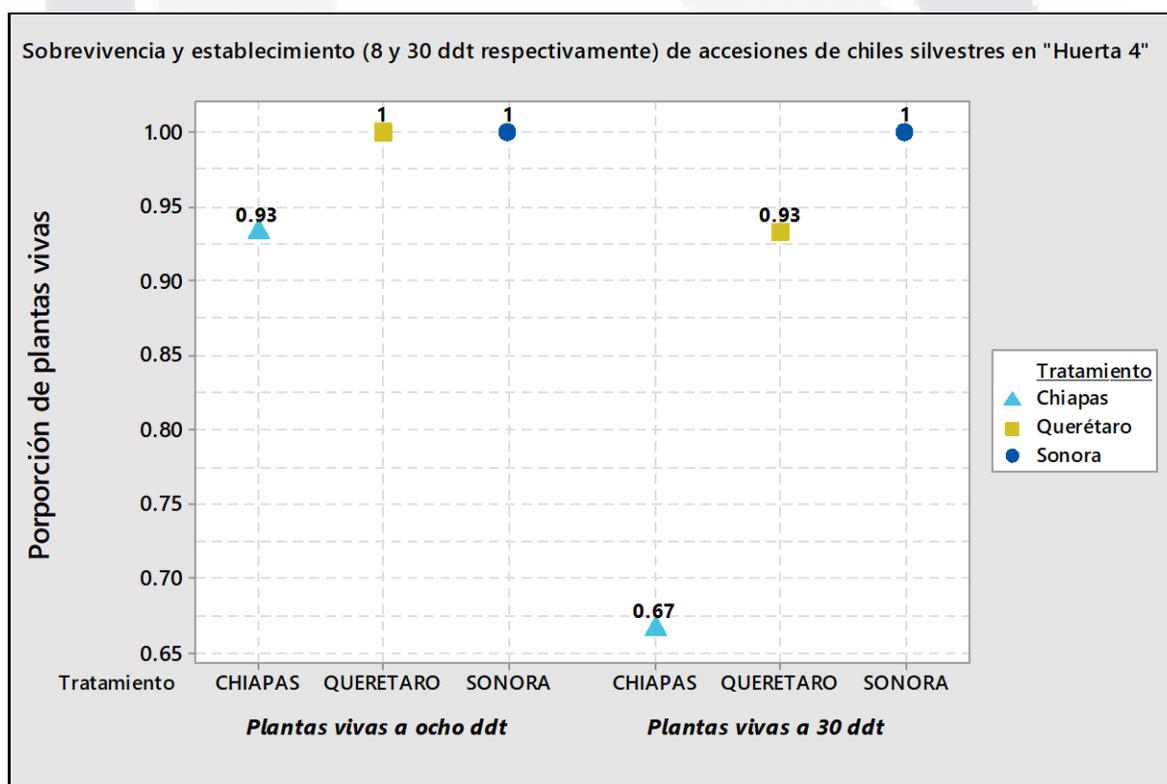


Figura 3.20 Diagrama de proporción de sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds respectivamente) de 3 procedencias de chile silvestre en "Huerta 4".

3.4.3 Sobrevivencia y establecimiento de las procedencias en las 4 huertas de guayabos (global).

Sobrevivencia. Mediante un ANOVA combinando tres procedencias x cuatro huertas se determinó que la sobrevivencia a 8 dds de la procedencia “Querétaro” no mostró diferencias estadísticas significativas en comparación con las procedencias “Sonora” y “Chiapas”, pero éstas últimas si mostraron diferencias entre ellas (Cuadro 3.11).

Cuadro 3.11 ANOVA para sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	0.2111	0.10556	2.87	0.06
ERROR	177	6.5167	0.03682		
TOTAL	179	6.7278			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados medios ajustados.

De manera global (4 huertas) el comportamiento fue prácticamente el mismo que lo mostrado en el análisis individual de huertas. Lo anterior se puede ver claramente en el Cuadro 3.12 y en la Figura 3.21.

Cuadro 3.12 Sobrevivencia a 8 dds de tres procedencias de chile silvestre en 4 huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Procedencia	H1	H2	H3	H4	Global
Chiapas	86.67%	93.33%	93.33%	93.33%	91.67%
Querétaro	100.00%	100.00%	86.67%	100.00%	96.67%
Sonora	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Total	95.56%	97.78%	93.33%	97.78%	96.11%

La procedencia “Chiapas” fue la que presentó mayor porcentaje de planta muerta en las huertas (8.33%, n=5), debido posiblemente al estrés hídrico que presentaron las plantas

después del trasplante, siendo susceptible a los cambios drásticos en humedad y temperatura.

Establecimiento. No existieron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias “Sonora” y “Querétaro”, pero nuevamente la procedencia “Chiapas” si mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 3.13).

Cuadro 3.13 Prueba de Fisher LSD para establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en cuatro huertas de guayabos.

TRATAMIENTO	N	MEAN	GROUPING
SONORA	60	0.95	A
QUERETARO	60	0.8833	A
CHIAPAS	60	0.6833	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

*N= Número total de plantas por huerta.

En el Cuadro 3.14 se muestran los porcentajes de planta viva c con las tres procedencias de chiles silvestres en cada una de las cuatro huertas de guayaba, así como los globales de las 3 procedencias y las 4 huertas.

Cuadro 3.14 Establecimiento a 30 dds de tres procedencias de chile silvestre en 4 huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Procedencia	H1	H2	H3	H4	Total
Chiapas	60.00%	80.00%	66.67%	66.67%	68.33%
Querétaro	86.67%	100.00%	73.33%	93.33%	88.33%
Sonora	100.00%	93.33%	86.67%	100.00%	95.00%
Total	82.22%	91.11%	75.56%	86.67%	83.89%

Los factores que afectaron el establecimiento de la procedencia “Chiapas” están relacionados con el estrés hídrico de la planta después del trasplante, la competencia vegetal y los daños por herbivoría, cuestiones que influyen en gran medida en el éxito de una plantación (Birchler et al., 1998).

En la Figura 3.21 se muestra el comportamiento que tuvieron las plantas de las tres procedencias de chile silvestre en sobrevivencia y establecimiento (8 y 30 dds) de manera global (4 huertas).

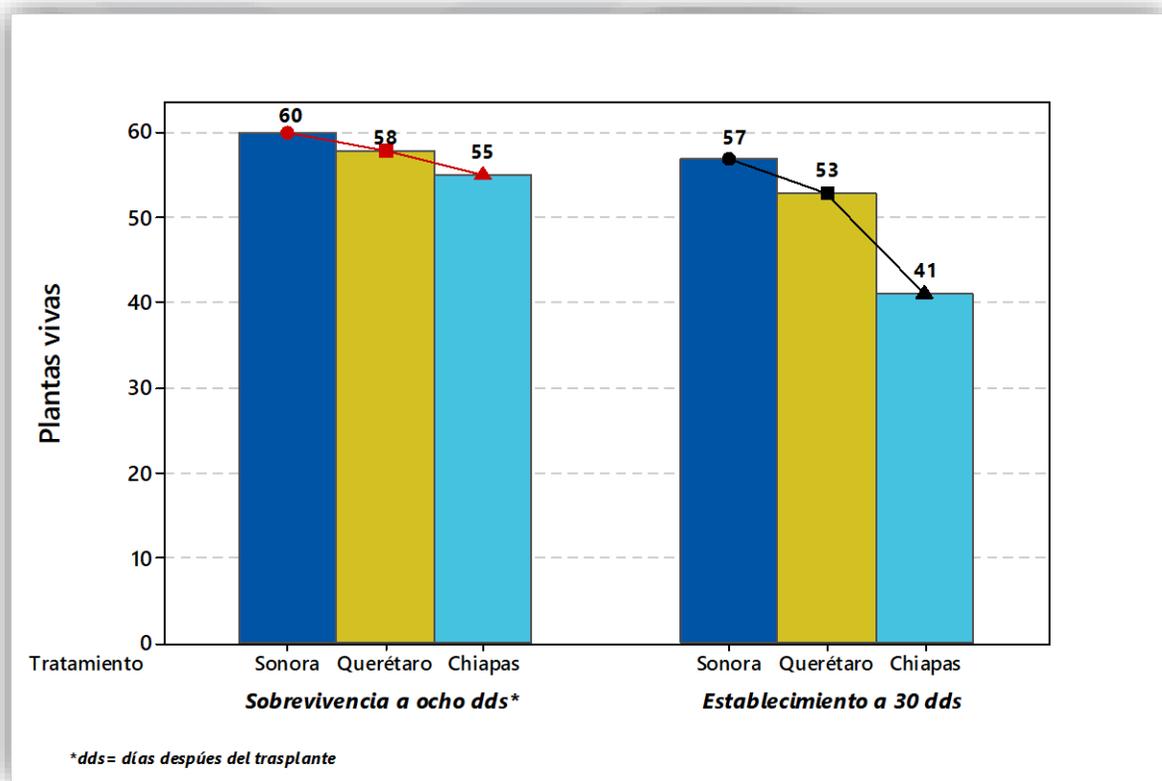
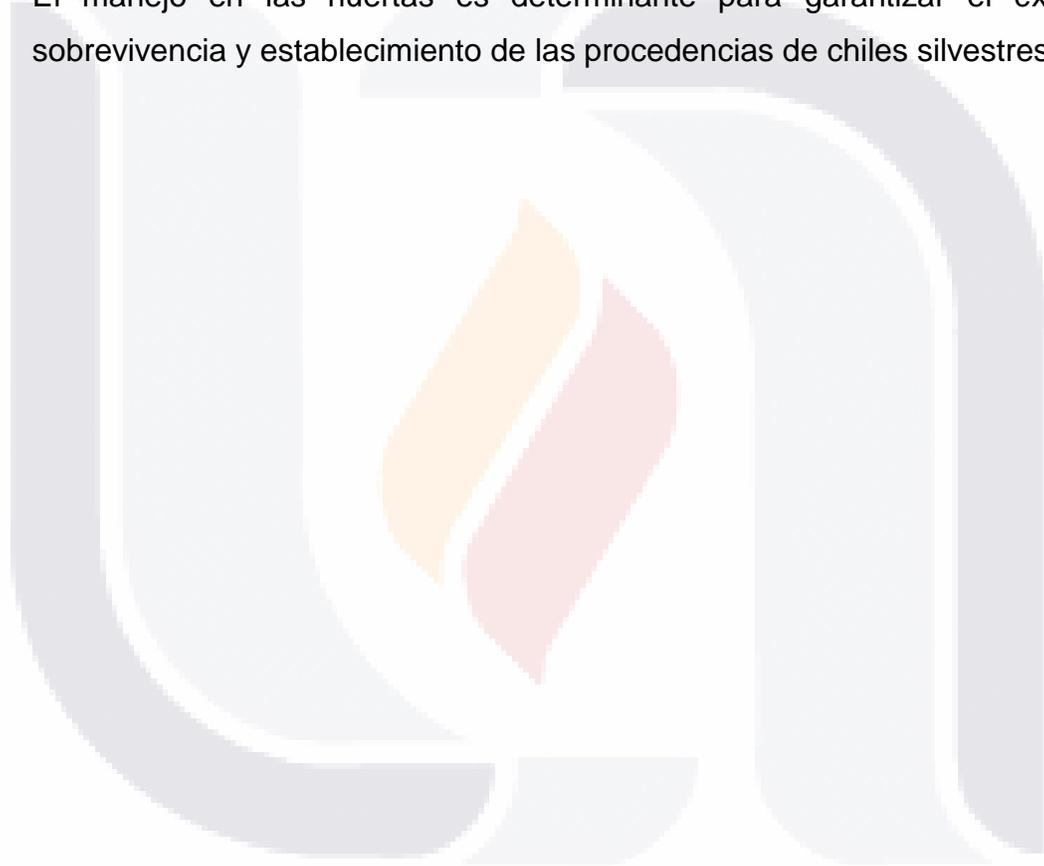


Figura 3.21 Sobrevivencia y establecimiento (a 8 y 30 dds respectivamente) de tres procedencias de chiles silvestres en 4 huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

3.5 CONCLUSIONES

- Los resultados de sobrevivencia y establecimiento de las procedencias de chiles silvestres de “Sonora” y “Querétaro” sugieren que estas procedencias son las que mejor se adaptan a las condiciones de las huertas de guayaba en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.
- La procedencia “Chiapas” presentó dificultades para establecerse en las cuatro huertas de guayaba debido a factores abióticos que demanda esta accesión (alta humedad y precipitación) y al manejo que se dio en la mayoría de las huertas.
- El manejo en las huertas es determinante para garantizar el éxito en la sobrevivencia y establecimiento de las procedencias de chiles silvestres.



3.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACUÑA, A. M. 2005. Los suelos como fuente de boro para las plantas. *Revista Científica UDO Agrícola*, 5, 10-26.
- AGUASCALIENTES, G. D. E. D. 2016. *Municipio de Calvillo* [Online]. Available: <http://www.aguascalientes.gob.mx/estado/municipios/mfps2.aspx> [Accessed].
- ALMANZA, E. 1998. *Estudios ecofisiológicos, métodos de propagación y productividad del chile piquín (Capsicum annum L. var aviculare Dierb.)* D. & E. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- BAÑUELOS, N., SALIDO, P. L. & GARDEA, A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Ethnobotany of the Chiltepín: Small Royalty in the Sonoran Culture.*, 16, 177-205.
- BIRCHLER, T. A., ROYO, A. & PARDOS, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Systems*, 7, 109-121.
- BORJA BRAVO, M., VÉLEZ IZQUIERDO, A. & RAMOS GONZÁLEZ, J. L. 2018. Tipología y diferenciación de productores de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Calvillo, Aguascalientes, México. *Región y Sociedad*, XXX, 1-22.
- BORJA, M., LUIS RAMOS GONZÁLEZ, J., VANESSA DE LIRA RAMOS, K. & VÉLEZ IZQUIERDO, A. 2016. *La red de valor de guayaba en Aguascalientes*.
- CODESIDO, V. & FERNANDEZ, J. 2010. *ADAPTACIÓN DE ESPECIES FORESTALES INTRODUCIDAS A CLIMAS LOCALES TOMANDO COMO EJEMPLO EL PINO RADIATA EN GALICIA*.
- GOBERNACIÓN., I. P. E. F. Y. D. M. S. D. 2010. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Aguascalientes*. [Online]. Available: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM01aguascalientes/index.html> [Accessed].
- GODÍNEZ CONTRERAS, M. D. C. 2011. *Plantas útiles y potencialmente útiles del bosque tropical seco presentes en Chamela, Jalisco, México.*, UNAM.
- GUARIGUATA, M. R. & PINARD, M. A. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: implications for natural forest management. *Forest ecology and management*, 112, 87-99.

- HERNÁNDEZ VERDUGO, S., ARANDA DÁVILA, P. & 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.*, 65-84.
- HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, R. A., PORRAS, F., PARRA-TERRAZA, S., VALDEZ-ORTIZ, A., PACHECO-OLVERA, A. & LÓPEZ-ESPAÑA, R. G. 2015. Phenotypic plasticity of populations of wild chile (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) in response to light availability. 2015, 93.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, A. Y. P. 2018. *Red de Estaciones del INIFAP* [Online]. clima.inifap.gob.mx/. Available: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx> [Accessed].
- JANSE, G. & OTTITSCH, A. 2005. Factors influencing the role of non-wood forest products and services. *Forest Policy and Economics*, 7, 309-319.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, I., NIÑO-MALDONADO, S., VILLALÓN, M. L., NÁPOLES, J. R. & CLARK, S. M. 2017. Crisomélidos asociados a recursos forestales maderables y no-maderables en Victoria, Tamaulipas* Chrysomelidae associated to timber and non-timber forest resources in Victoria, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (8).
- MIRANDA ZARAZÚA, H., MIARTÍN RIVERA, M. H., IBARRA FLORES, F. A., ROBLES PARRA, J. & VILLARRUEL SAHAGÚN, L. 2007. El chiltepín silvestre en la cuenca del río Sonora.
- NÚÑEZ SOLIS, J. 1981. *Fundamentos de Edafología*, San José de Costa Rica, Euned.
- OLIVER, C. D. & LARSON, B. C. 1996. *Forest stand dynamics: updated edition*, John Wiley and sons.
- POZO, C. & RAMÍREZ, M. Diversidad e importancia de los chiles silvestres. Memoria del 1er. Simposio Regional de Chile Piquín: Avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Exp. Río Bravo. Publicación Especial, 2003. 17-19.
- PRIETO RUÍZ, J. A. & ALARCÓN BUSTAMANTE, M. 1998. Producción de planta forestal. In: PECUARIAS, I. N. D. I. F. A. Y. (ed.) *Folleto Técnico*. Durango, México.

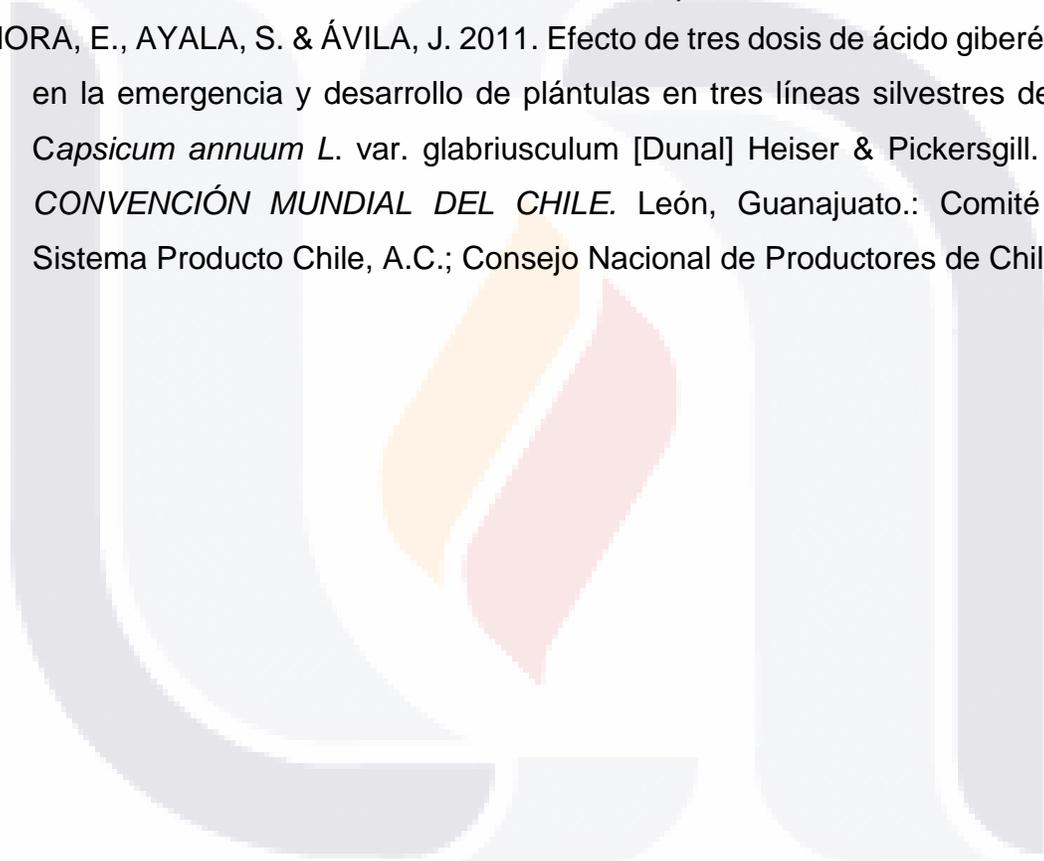
- RAMOS-SANDOVAL, I. N., GARCÍA-SALAZAR, J. A., BORJA-BRAVO, M., GUAJARDO-HERNÁNDEZ, L. G., ALMERAYA-QUINTERO, S. X. & ARANA-CORONADO, Ó. A. 2017. El mercado de la guayaba en Aguascalientes: un análisis para reducir la volatilidad de los precios. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- RENDÓN-CARMONA, H., MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., MAASS, J. M., PÉREZ-SALICRUP, D. R. & BÚRQUEZ, A. 2013. La extracción selectiva de vara para uso hortícola en México: Implicaciones para la conservación del bosque tropical caducifolio y sus recursos. *Botanical Sciences*, 91, 493-503.
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERÁZ, M. & POZO, C. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo, México. Publicación especial*, 1-16.
- SEMARNAT 2003. NOM-021-RECNAT-2000. In: SEMARNAT (ed.). México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SÁNCHEZ-RAMÍREZ, S., TULLOSS, R. E., GUZMÁN-DÁVALOS, L., CIFUENTES-BLANCO, J., VALENZUELA, R., ESTRADA-TORRES, A., RUÁN-SOTO, F., DÍAZ-MORENO, R., HERNÁNDEZ-RICO, N. & TORRES-GÓMEZ, M. 2015. In and out of refugia: historical patterns of diversity and demography in the North American Caesar's mushroom species complex. *Molecular ecology*, 24, 5938-5956.
- TEJAS, R., SERVÍN, R., NIETO-GARIBAY, A. & MARÍN, A. 2011. Registro de *Plagiometriona clavata* (Fabricius 1798)(Coleoptera: Chrysomelidae) en chile silvestre *Capsicum annum*, de Baja California Sur, México. *Acta zoológica mexicana*, 27, 201-205.
- TEWKSURY, J. J., NABHAN, G. P., NORMAN, D., SUZÁN, H., TUXILL, J. & DONOVAN, J. 1999. In situ conservation of wild chiles and their biotic associates. *Conservation Biology*, 13, 98-107.
- THOMPSON, L. M. & TROEH, F. R. 1988. *Los suelos y su fertilidad*, Reverté.
- TORREZ ARIAS, G. & CHINCHILLA, F. 2006. Manual de interpretación de análisis de suelos y foliares. *Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Frutas del El Salvador. Santa Tecla, El Salvador*, 71.

VALIENTE-BANUET, J. I. & GUTIERREZ-OCHOA, A. 2016. *Effect of irrigation frequency and shade levels on vegetative growth, yield, and fruit quality of piquin pepper (Capsicum annuum L. var. glabriusculum).*

VILLALON-MENDOZA, H., RAMIREZ-MERAZ, M., OCANAS, F. G., MAITI, R. K. & DE JESUS LUNA-RUIZ, J. 2015. Sustainable Management of Wild Chili (*Capsicum annuum L. var. glabriusculum*) as an Alternative from Production to the Northeast of Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 6, 261-267.

VILLALÓN MENDOZA, H. 2016. *RE: Comunicación personal.*

ZAMORA, E., AYALA, S. & ÁVILA, J. 2011. Efecto de tres dosis de ácido giberélico (GA3) en la emergencia y desarrollo de plántulas en tres líneas silvestres de chiltepín *Capsicum annuum L. var. glabriusculum* [Dunal] Heiser & Pickersgill. *OCTAVA CONVENCION MUNDIAL DEL CHILE*. León, Guanajuato.: Comité Nacional Sistema Producto Chile, A.C.; Consejo Nacional de Productores de Chiles, S.C.



IV. Crecimiento, desarrollo fenológico y estado fitosanitario de tres procedencias de chiles silvestres bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

RESUMEN

El chile (*Capsicum* spp.) presenta una gran diversidad morfológica y es uno de los cultivos de más importancia económica a nivel nacional, cultivándose prácticamente en toda la República Mexicana. Además de los diferentes tipos de chiles cultivados, en México se desarrollan algunas especies de chiles silvestres que se caracterizan por ser de crecimiento espontáneo y tener comportamiento perenne, varias de ellas asociadas a especies nodrizas que les proporcionan condiciones adecuadas para poder establecerse y reproducirse. Aunque existen algunas variantes respecto a la zona de procedencia, la mayoría de las plantas presentan un solo tallo que llega a medir hasta 2 metros de altura y tienen ramas en formas ascendentes y extendidas; las hojas son lanceoladas a ovaladas de 1 a 4 cm de ancho y de 2 a 6 cm de largo, y tienen pecíolos delgados de 1.0 a 2.8 cm de largo. El objetivo consistió en evaluar el crecimiento y desarrollo fenológico a partir del trasplante de tres procedencias de chiles silvestres (Sonora, Querétaro y Chiapas) asociadas a árboles de guayabo en edad productiva en cuatro huertas comerciales de Calvillo, Ags. Se realizaron mediciones mensuales de altura y diámetro de las plantas en cada una de las huertas durante cinco meses a partir del trasplante (junio de 2017). A 30 días después del trasplante (ddt) la procedencia de Querétaro mostró la mayor ganancia en altura con 7.2 cm y Chiapas con 0.4 cm; mientras la procedencia de Sonora registró cierta pérdida de altura promedio con -2.2 cm respecto a la altura inicial (al trasplante). En lo referente al diámetro de tallo basal, la procedencia de Sonora aumentó en promedio 2 mm (67% más respecto a la inicial), seguida de Querétaro con una ganancia de 1.9 mm (58% más) y Chiapas con una ganancia de 1.95 mm (53 %). A 113 días ddt las alturas promedio de las tres procedencias sufrieron variación importante donde Chiapas y Querétaro presentaron ganancia (12.49 y 0.24 cm respectivamente), y Sonora presentó pérdidas (-2.70 cm), atribuyéndolo en gran medida al manejo interno de cada una de las huertas.

En cuanto a fenología la procedencia de Chiapas tardó en promedio 66 días después del trasplante (ddt) en iniciar la floración, mientras que Sonora lo hizo hasta los 61 ddt (aunque únicamente hubo 4 plantas en floración). El promedio de inicio de floración para la procedencia de Querétaro fue de 40 ddt.

No se registraron daños fitosanitarios importantes que pusieran en riesgo la sobrevivencia de las plantas. La principal plaga detectada fue *Plagiometriona clavata*. Esta plaga es común que se presente en chiles silvestres en otras regiones de Mexico, sin embargo, constituye el primer registro de esta especie en el Estado de Aguascalientes.

Palabras clave: chile silvestre, fenología, manejo, fitosanidad, huerta de guayabos



ABSTRACT

The chili (*Capsicum* spp.) presents a great morphological diversity and is one of the crops of more economic importance at national level, cultivating practically in all the Mexican Republic. In addition to the different types of cultivated chili peppers, some wild chili peppers are developed in Mexico. They are characterized by spontaneous growth and perennial behavior, several of them associated with nurse species that provide them with adequate conditions to establish and reproduce. Although there are some variants regarding the area of origin, most plants have a single stem that can measure up to 2 meters high and have branches in ascending and extended forms. The leaves are lanceolate to oval, 1 to 4 cm wide and 2 to 6 cm long, and have thin petioles 1.0 to 2.8 cm long. The objective was to evaluate the growth and phenological development of three provenances of wild chiles (Sonora, Querétaro and Chiapas) associated with guava trees. Monthly measurements of height and diameter of the plants were made in each of the orchards. At 30 days after the transplant (ddt) the origin of Querétaro showed the highest gain in height with 7.2 cm and Chiapas with 0.4 cm; while the origin of Sonora registered average height loss with -2.2 cm with respect to the initial one (to the transplant). Regarding basal stem diameter, the origin of Sonora increased by an average of 2 mm (67% more than the initial one), followed by Querétaro with a gain of 1.9 mm (58% more) and Chiapas with a gain of 1.95 mm (53%). At 113 days from the average heights of the three provenances they underwent important variation, attributing it to the internal management of each of the orchards.

Regarding phenology, the origin of Chiapas took an average of 66 days after the transplant to start flowering, while Sonora did it until 61 days after trasplant (having only 4 flowering plants). The average beginning of flowering for the origin of Querétaro was 40 days after trasplant.

There were no significant phytosanitary damages that put the survival of the plants at risk. The main plague detected in wild chiles was *Plagiometriona clavata*, constituting the first record of this species in the State of Aguascalientes.

Keywords: wild chili peppers, management, phytosanity, orchard of guava trees.

4.1 INTRODUCCIÓN

México aporta alrededor del 15% de las especies alimenticias que se consumen en el mundo, entre ellas, maíz, frijol, calabaza, guayaba, jitomate, aguacate, chile, etc. Además, es considerado como el principal centro de domesticación de vegetales de Mesoamérica, teniendo cerca de 120 especies de plantas domesticadas (Jiménez Sierra et al., 2014).

El chile (*Capsicum* spp.) presenta una gran diversidad morfológica y es uno de los cultivos de más importancia económica a nivel nacional, cultivándose prácticamente en toda la República Mexicana (Hernández-Verdugo et al., 1998). Se tiene conocimiento que las culturas mesoamericanas jugaron un papel importante en la domesticación de los chiles (*C. annuum*) en México, habiendo evidencia del uso y consumo del chile desde antes y durante la conquista, donde se utilizaba en la elaboración de platillos que iban de los simples (consumo directo) hasta los muy elaborados como el mole (Laborde-Cancino y Pozo-Campodonico, 1984).

A través del paso del tiempo las especies cultivadas han sufrido una serie de cambios como consecuencia del proceso de domesticación, ya que han sido dispersadas fuera de sus centros de origen, teniendo la necesidad de adaptarse a una gran variedad de condiciones ecológicas y estando sujetas a fuertes presiones de selección; esto ha conducido a que tengan la necesidad de modificar sus sistemas naturales de reproducción (apareamiento y dispersión), y por consiguiente, han sufrido cambios morfológicos y fisiológicos (Hernández Verdugo et al., 2006).

Además de los diferentes tipos de chiles cultivados, en México se desarrollan algunas especies de chiles silvestres que se caracterizan por ser de crecimiento espontáneo y tener comportamiento perenne (Medina-Martínez, 2010), varias de ellas asociadas a especies nodrizas que les proporcionan condiciones adecuadas para poder establecerse y reproducirse. Por ejemplo, las plantas de chiles silvestres de las regiones del Noreste y Noroeste del país (conocidos como piquín y/o chiltepín), generalmente se encuentran de forma arbustiva, aunque también se pueden observar en forma herbácea (Medina-

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Martínez et al., 2000), con un tipo de crecimiento que depende principalmente del clima, tipo de vegetación y de las características edáficas donde se desarrolla la planta (Martínez Torres et al., 2007).

Los requerimientos del suelo varían según la región de origen, por ejemplo, los chiles silvestres de la región Noreste se desarrollan en suelos tipo vertisol y rendzina, profundos, de textura migajón arcillosa, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica (Rodríguez del Bosque et al., 2003); mientras que la misma especie en la región Noroeste se desarrolla en suelos aluviales, de textura migajón arenoso o arcilloso y franco, ricos en materia orgánica, fósforo y potasio, medianamente ricos en nitrógeno y con pH de ácido a neutro (Morales Cuen et al., 2010).

Aunque existen algunas variantes respecto a la zona de procedencia, la mayoría de las plantas presentan un solo tallo que llega a medir hasta 2 metros de altura y tienen ramas en formas ascendentes y extendidas; las hojas son lanceoladas a ovaladas de 1 a 4 cm de ancho y de 2 a 6 cm de largo, y tienen pecíolos delgados de 1.0 a 2.8 cm de largo. Presenta inflorescencias axilares, de una sola flor con cáliz de 1.5 a 2 mm de largo, corola de color blanca de 6 a 9 mm de diámetro, los lóbulos ovado-triangulares de 3 mm de largo. No existe mucha información acerca de la vida que tienen estas plantas, pero Tewksbury et al., (1999) mencionan que se han reportado plantas con más de 30 años, aunque se sabe poco acerca de su longevidad. La floración se presenta generalmente en condiciones naturales de julio a septiembre (Morales Cuen et al., 2010), aunque existen autores que reportan la época de floración en los meses de mayo a agosto (Bañuelos et al., 2008). Los frutos son bayas globosas o elipsoidales de 6 a 8 mm de diámetro, los cuales se tornan en color rojo brillante al madurar (Morales Cuen et al., 2010), y en promedio contienen alrededor de 18 semillas por fruto (Villalon-Mendoza et al., 2015). Tewksbury et al., (1999) mencionan que los frutos rojos (maduros) pueden permanecer en la planta durante toda la época de invierno si no se consumen.

Existe poca información publicada sobre plagas y/o enfermedades relacionadas con daños a chiles silvestres, aunque en los últimos 5 años se ha asociado al género *Chrysomelidae* en la afección de plantas en los Estados de Tamaulipas y Baja California

Sur (Martínez-Sánchez et al., 2017, Tejas et al., 2011). Rodríguez del Bosque et al., (2003) mencionan que, si bien los chiles silvestres no presentan problemas serios de plagas en su hábitat natural, al ser manejado como un cultivo comercial puede verse afectado por ciertas plagas como son: gallina ciega (*Phyllophaga spp.* y *Anomala spp.*), gusano trozador (*Agrotis spp.* y *Prodenia spp.*), minador de la hoja (*Liriomyza spp.*) araña roja (*Tetranychus spp.*), pulgones (*Myzus persicae* y *Aphis gossypii*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*), etc.

Por su parte, Rodríguez del Bosque et al., (2003), sugieren que los chiles silvestres pueden llegar a considerarse como plantas relativamente tolerantes a enfermedades provocadas por hongos y bacterias, producto de su coexistencia con diferentes organismos que mantienen una estabilidad de su población; sin embargo, bajo un sistema de cultivo pueden presentarse enfermedades como el damping off, virosis, marchitez o la aparición de bacterias, situación similar a lo que ocurre con las plagas en sistemas cultivados.

Aunque son pocos los estudios realizados sobre el establecimiento de plantaciones comerciales de chile chiltepín, se han reportado algunos casos exitosos en los Estados de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Nuevo León (H. Villalón, com. pers.), donde los dos objetivos esenciales, fueron: (1) contribuir a la conservación de la riqueza genética de la población de chiles silvestres, y (2) generar riqueza económica a las personas que realizan colecta y comercialización de este recurso forestal no maderable. Por su parte, Valente Megchún-García et al., (2009) establecieron chile silvestre en asociación con árboles de guanábana en el Estado de Veracruz donde evaluaron el desarrollo fisiológico y fenológico de las plantas de chile silvestre en función de tres densidades de siembra con suelo desnudo y con cubierta plástica, concluyendo que la mejor densidad de plantación fue de 25,000 plantas/ha y la cubierta plástica registró los mejores resultados de desarrollo y crecimiento.

Los sistemas de asociación y aprovechamiento de recursos forestales no maderables con cultivos es algo poco conocido en el Estado de Aguascalientes. Algunos ejemplos, son el

establecimiento de sistemas agroforestales usando maguey pulquero-mezcalero (*Agave salmiana*) en los municipios de El Llano y Asientos; la implementación de orégano silvestre (*Origanum vulgare*) en las estribaciones de la Sierra Fría en el municipio de Calvillo y recientemente la reproducción de laurel (*Litsea glauscescens*) con fines de restauración y comercialización a través de la modalidad de UMA's (Unidades para la Conservación de la Vida Silvestre), donde se han documentado las experiencias, pero con un escaso seguimiento a los proyectos.

El municipio de Calvillo se localiza al oeste del Estado de Aguascalientes, limitando con los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San José de Gracia, contando con 914.9 kilómetros cuadrados (16.3% del total del territorio estatal). Es el municipio que más aportación tiene en producción forestal con el 75% del volumen total que se produce en el Estado, siendo la extracción de leña la principal actividad (Calvillo, 2014). Este municipio es el segundo mayor productor de guayaba a nivel nacional, teniendo una superficie sembrada de 6, 269 hectáreas (Ramos-Sandoval et al., 2017), llegando a producir más de 90, 000 toneladas de guayaba al año (Borja et al., 2016).

El objetivo de este estudio consistió en evaluar y documentar el crecimiento, desarrollo fenológico y estado sanitario de tres procedencias de chiles silvestres (Sonora, Querétaro y Chiapas) dentro de huertas de guayaba en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, bajo el supuesto de que al menos una procedencia lograría establecerse y tendría éxito en la floración y fructificación.

4.2 OBJETIVO E HIPÓTESIS

OBJETIVO

1. Analizar el crecimiento y desarrollo fenológico (vegetativo y reproductivo) de plantas de tres procedencias de chile silvestre bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.
2. Evaluar el estado fitosanitario de tres procedencias de chile silvestre bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayaba de la en Calvillo, Ags.

HIPÓTESIS

1. El crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas de chile silvestre es diferente para cada una de las procedencias.
2. El estado fitosanitario de las plantas de chile silvestre de las tres procedencias presenta diferentes niveles de afectación.

4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1 Crecimiento y desarrollo fenológico de tres procedencias de chiles silvestres

Se realizaron revisiones mensuales de las plantas de las tres procedencias de chiles silvestres establecidas en las cuatro huertas. Las variables registradas fueron:

- Fecha de trasplante
- Días al inicio de la floración
- Días a cosecha de fruto verde
- Días a cosecha de fruto rojo
- Altura y diámetro de tallo basal de planta al momento del trasplante
- Altura y diámetro de tallo basal

Para el registro de alturas se utilizó un flexómetro de tres metros de longitud graduado en cm y mm; las mediciones se realizaron midiendo de la base del tallo hasta el nudo superior de la planta. La medición del diámetro de tallo basal se realizó con un Vernier graduado en mm.

Para el registro de días a inicio de floración, días a cosecha de fruto verde y días a cosecha de fruto rojo se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante hasta los primeros brotes de flor y fruto (verde y rojo, según correspondiera).

Los datos se obtenidos se capturaron en una base de datos de Excel® y se analizaron con el programa Minitab17.

4.3.2 Análisis del estado fitosanitario de las plantas de chile silvestre.

Se realizaron revisiones mensuales a las plantas de las tres procedencias de chiles silvestres en las cuatro huertas. Se analizaron los signos y síntomas de posibles daños causados por insectos. Los signos son indicadores directos del agente causal del problema (excrementos, daños físicos, larvas de insectos), mientras que los síntomas son los efectos aparentes del daño en la planta (clorosis, marchitez, debilitamiento). Las variables que se registraron fueron:

- Presencia de virosis

- Deformaciones
- Presencia de manchas cloróticas
- Presencia de marchitez
- Daños físicos en hojas, tallos, ramas, flores o frutos

Así mismo, para estimar la severidad del daño se usaron cuatro categorías:

1. **Nulo:** planta sana sin daños.
2. **Bajo:** planta con daño máximo del 30 %.
3. **Medio:** planta con daño entre 30 y 50 %.
4. **Alto:** planta con daño mayor del 50 %.

Cuando se observaron daños sobre el tallo o las hojas se catalogó como daño por insectos masticadores o chupadores de savia. Cuando existieron ejemplares de insectos en diferentes estadios estos se identificaron en campo; sin embargo, cuando hubo dudas se realizaron colectas de los ejemplares, posteriormente fueron almacenados en frascos con alcohol al 70 % para su identificación mediante estereoscopio.

4.3.3 Análisis de la información

Los datos se analizaron con el programa Estadístico Minitab17®. Se realizaron Análisis de Varianza (ANDEVA) para las variables altura y diámetro de tallo basal y se expresaron las medias de cada procedencia y/o huerta (según correspondiera) junto con su error estándar.

En aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se corrió una prueba de comparación de medias mediante Fisher LSD con $\alpha=0.05$.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4.1 Crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas.

Altura y diámetro de tallo basal al trasplante

Altura. El trasplante de los ejemplares de las tres procedencias de chile silvestre se llevó a cabo durante el mes de junio de 2017. Al momento de su instalación en campo, las plantas de las procedencias de Querétaro y Sonora fueron las que tuvieron mayor altura en promedio (34.77 y 37.45 cm, respectivamente). La procedencia de Chiapas tuvo el promedio de altura más bajo (13.37 cm).

La diferencia en altura mostrada por las accesiones puede deberse, por un lado, al desarrollo en el invernadero donde se produjeron las plántulas, como en el tunel durante el acondicionamiento antes del trasplante. No obstante, las diferencias en altura al momento del trasplante también pueden deberse al comportamiento morfológico y fisiológico propio de cada procedencia. Por ejemplo, la procedencia de Querétaro puede presentar dos tipos de crecimiento, postrado y erecto (Figuras 4.1 y 4.2).

Es importante señalar que se han realizado diversos estudios en donde se ha demostrado que la altura inicial de la planta no está relacionada con la supervivencia (Birchler et al., 1998).



Figura 4.1 Crecimiento postrado de procedencia de Querétaro.



Figura 4.2 Crecimiento erecto de procedencia de Querétaro.

Diámetro de tallo basal. La procedencia de Chiapas obtuvo el mayor diámetro con 3.59 mm, seguida de la procedencia de Querétaro con 3.30 mm y por último la procedencia de Sonora con 3.0.

4.4.2 Altura y diámetro de tallo basal a 30 ddt

Altura. Los resultados de altura se muestran en el Cuadro 4.1. La procedencia de Querétaro fue la que presentó la mayor altura promedio con 42 cm, seguida de la procedencia de Sonora con 35.5 cm y la procedencia de Chiapas con 13.8 cm.

Cuadro 4.1 Altura de tres procedencias de chile silvestre a los 30 días después del trasplante (ddt) en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Altura promedio de planta en cm	
	Al trasplante	A 30 ddt
H1	11.4	12
H2	17.1	18.8
H3	12	10.9
H4	13	13.5
CHIAPAS	13.4	13.8
H1	37.9	39.7
H2	43.2	45.8
H3	37.3	38.2
H4	20.6	44.4
QUERÉTARO	34.8	42.0
H1	32.1	35.7
H2	26.9	26.3
H3	36.3	39.4
H4	54.4	39.2
SONORA	37.5	35.3

La procedencia de Querétaro tuvo la mayor ganancia promedio de altura con 7.2 cm respecto a la registrada al trasplante (en las cuatro huertas). En cambio, la procedencia de Sonora presentó pérdidas de altura teniendo una disminución de -2.2 cm (-5.8%), posiblemente causado por estrés a los cambios drásticos de humedad, luz y nutrientes,

afectando su comportamiento en campo (Birchler et al., 1998) y a cuestiones de manejo dentro de las huertas. La procedencia de Chiapas tuvo un aumentó de 0.44 cm (para las cuatro huertas), observándose que las plantas vivas mostraron una producción importante de follaje a los 30 ddt.

Con base al ANOVA (Cuadro 4.2) y de manera general, no hubo diferencias estadísticas significativas entre procedencias ($P>0.05$).

Cuadro 4.2 ANOVA para diferencias de altura en cuatro huertas de guayabo a 30 días después del trasplante días de tres procedencias de chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes.

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
TRATAMIENTO	2	1467	733.6	2.91	0.058
ERROR	139	35068	252.3		
TOTAL	141	36535			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediosa ajustados.

Sin embargo, mediante análisis estadísticos se detectaron diferencias significativas entre huertas para las procedencias “Querétaro” y “Sonora”.

La procedencia “Querétaro” mostró diferencias de altura promedio entre huertas (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3 Prueba de Fisher LSD para diferencias en altura a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Querétaro”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
2	15	18.87	16.19	A
1	12	7.83	19.24	A B
3	10	0.6	12.49	B C
4	13	-9.92	22.03	C

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

Los valores más altos de ganancia promedio fueron para las huertas “2 y 1” (18.87 y 7.83 cm respectivamente). Los resultados anteriores pueden deberse a diversas circunstancias donde destacan los riegos de auxilio que se realizaron en estas dos huertas, difiriendo de las Huertas “3 y 4”, donde no se realizaron riegos en las primeras tres semanas posteriores al trasplante. Como se ha mencionado anteriormente la “Huerta 2” mostró tener las mejores condiciones de manejo que favorecieron a las plantas de chiles silvestres, destacando riegos tres veces por semana (cuando así lo requería), malla sombra, deshierbes manuales, etc. Es importante señalar que en la “Huerta 1” a pesar de que el productor no realizó ningún riego en la huerta, se tomó la decisión de hacer riegos manuales (cubeta) en cada una de las plantas dos semanas después de realizar el trasplante, lo que pudo favorecer su desarrollo vegetativo.

La procedencia de “Sonora” (Cuadro 4.4) mostró diferencias estadísticas en la “Huerta 4”, teniendo pérdidas considerables a diferencia del resto, atribuyéndolo al daño ocasionado por ganado bovino que se encontraba en la zona.

Cuadro 4.4 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Sonora”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
1	15	3.6	3.94	A
3	13	2.15	6.23	A
2	13	1.38	6.4	A
4	15	-15.2	24.8	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

La procedencia de Chiapas no mostró diferencias estadísticas significativas en altura promedio entre las huertas (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 ANOVA para diferencias de altura promedio de la procedencia Chiapas a 30 ddt en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

SOURCE	DF	*ADJ SS	**ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
HUERTA	3	7.78	2.593	0.39	0.758
ERROR	27	177.639	6.579		
TOTAL	30	185.419			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

Diámetro de tallo basal. Con base al ANOVA (Cuadro 4.6) y de manera general, no existieron diferencias estadísticas significativas entre procedencias ($P > 0.05$).

Cuadro 4.6 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en cuatro huertas de guayabo a 30 días después del trasplante días de tres procedencias de Chile silvestre en Calvillo, Aguascalientes.

SOURCE	DF	*ADJ SS	**ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
TRATAMIENTO	2	2.185	1.093	0.74	0.481
ERROR	140	207.787	1.484		
TOTAL	142	209.972			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

A pesar de no existir diferencias estadísticas significativas, el comportamiento mostrado por cada una de las procedencias (altura y diámetro) está estrechamente relacionado con la morfología que presentan las plantas, que es una respuesta fisiológica que presentan en respuesta a las condiciones ambientales, así como a las prácticas culturales y de manejo (Birchler et al., 1998). En el Cuadro 4.7 se muestra el comportamiento que presentaron las procedencias en el diámetro de tallo basal a los 3 ddt.

Cuadro 4.7 Diámetro de tallo basal de tres procedencias de chiles silvestres a 30 días después del trasplante, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Diámetro promedio en mm	
	Al trasplante	A 30 ddt
H1	3.7	5.6
H2	3.7	5.8
H3	3.5	5.7
H4	3.5	5.1
CHIAPAS	3.59	5.5
H1	3.5	4.7
H2	3.3	5.5
H3	3.3	5.7
H4	3.2	4.9
QUERÉTARO	3.3	5.2
H1	3.3	5.1
H2	2.7	4
H3	3.3	6.2
H4	2.9	4.7
SONORA	3	5

Sin embargo, al realizar un análisis por procedencia (ANOVA) en cada una de las huertas se observa que existen diferencias estadísticas significativas para “Querétaro” y “Sonora” ($P < 0.05$). Por ejemplo, la procedencia “Querétaro” mostró diferencia estadística en la “Huerta 1”, teniendo el menor crecimiento promedio de diámetro de tallo basal (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Prueba de Fisher LSD para diferencia de diámetro a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Querétaro”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN		GROUPING
2	15	2.733	0.961	A
3	10	2.5	0.707	A
4	13	2.077	1.115	A B
1	12	1.333	1.303	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

En cambio, para “Sonora” se observa que la “Huerta 3” difiere significativamente del resto al obtener la mayor ganancia promedio de diámetro de tallo basal (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Prueba de Fisher LSD para diferencia de diámetro a 30 días después del trasplante de la procedencia de “Sonora”, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
3	13	2.846	1.345	A
4	15	1.867	1.302	B
1	15	1.8	1.082	B
2	13	1.308	1.032	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

4.4.3 Altura y diámetro de tallo basal en 113 días (20 junio al 11 de noviembre)

Altura. La altura de las plantas varió en función del comportamiento fisiológico y morfológico presente en cada una de las procedencias y del manejo que se tuvo dentro de las huertas, ya que los daños ocasionados afectaron considerablemente esta variable. En el Cuadro 4.10 se presentan los promedios de altura (cm) de las plantas de chiles silvestres que se obtuvieron en un lapso de 113 días.

Cuadro 4.10 Diferencia de altura del 20 de julio al 11 de noviembre del 2017 (113 días), de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos. en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y Procedencia	Plantas vivas a los 30 ddt	Promedio de altura en cm a 30 ddt	Plantas vivas a los 143 ddt	Promedio de altura en cm a 143 ddt	Diferencia de altura en cm	Porcentaje de ganancia de altura
H1	7	12.00	2	19.50	7.50	62.50%
H2	12	18.83	12	30.17	11.33	60.18%
H3	9	10.89	8	30.13	19.24	176.66%
H4	9	13.00	9	24.89	11.89	91.45%
CHIAPAS	37	13.68	31	26.17	12.49	91.29%
H1	12	39.67	7	36.86	-2.81	-7.08%
H2	15	45.80	14	53.64	7.84	17.12%
H3	10	38.20	7	42.29	4.09	10.70%
H4	13	44.46	10	36.30	-8.16	-18.36%
QUERETARO	50	42.03	38	42.27	0.24	0.57%
H1	15	35.73	4	23.25	-12.48	-34.93%
H2	13	26.31	11	32.36	6.05	23.00%
H3	13	39.38	9	39.33	-0.05	-0.13%
H4	15	39.2	9	34.89	-4.31	-10.99%
SONORA	56	35.16	33	32.46	-2.70	- 7.67%

Mediante un ANOVA se determinó que la procedencia de” Chiapas” difirió del resto (P<0.05) al presentar el mayor promedio de ganancia en altura en 113 días (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura en 113 días de tres procedencias de chile silvestre, en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

TRATAMIENTO	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
CHIAPAS	32	12.81	17.45	A
QUERETARO	38	1.42	14.87	B
SONORA	33	-4	21.05	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

Analizando el comportamiento de la variable altura por procedencia de chile silvestre en cada una de las huertas de guayaba se obtuvieron los siguientes resultados.

Procedencia de Chiapas. Presentó el mayor promedio de ganancia en altura de manera general (en las cuatro huertas) con 91.29 % (12.49 cm). Esto puede deberse principalmente a dos factores: el primero a la precipitación registrada en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, pues los meses de agosto, septiembre y octubre concentraron el 86.62% del total de las lluvias registradas en el año 2017 (608.6 mm) (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2018), lo que sugiere que existe una relación entre las condiciones ambientales y el desarrollo de las plantas de esta procedencia (Valiente-Banuet and Gutierrez-Ochoa, 2016). El segundo factor fue la capacidad de recuperación de las plantas a daños causados por el manejo (Figura 4.3). Mediante un ANOVA (Cuadro 4.12) se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas en la ganancia de altura en 113 días entre las huertas.

Cuadro 4.12 ANOVA para diferencias de altura en plantas de la procedencia “Chiapas” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Huerta	3	403	134.3	0.42	0.739
Error	27	8610.9	318.9		
Total	30	9013.9			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados



Figura 4.3 Rebrote de procedencia de Chiapas después de sufrir daños físicos por manejo en la huerta de guayabos.

Procedencia de Querétaro. La ganancia solo fue de 0.57% (0.24 cm) debido principalmente a los daños ocasionados por factores humanos y de herbivoría, donde a diferencia de la procedencia de “Chiapas” no mostró buena capacidad de recuperación, llegando a morir la mayoría de las plantas una vez que se trozaban. Mediante una prueba de Fisher se observa que hay diferencias entre la “Huerta 2” y “Huerta 4” (Cuadro 4.13), atribuyéndose principalmente a los sistemas de riego, donde en la “Huerta 2” se realizaban por micro aspersion , mientras que en la “Huerta 4” se realizaban por gravedad, ocasionando encharcamiento en los cajetes de los guayabos (Figura 4.4) y una posterior una reducción del crecimiento de longitud del tallo y la disminución de la dominancia apical (Pardos, 2004). Además, en la “Huerta 4” se llegaron a detectar huellas de ganado bovino cerca de plantas trozadas (Figura 4.5).

Para poder garantizar la supervivencia y crecimiento de las plantas de chiles silvestres bajo las condiciones ambientales y ecológicas que se tienen en cada una de las huertas de guayabo, es necesario tener conocimiento sobre la fenología de cada una de las procedencias (Birchler et al., 1998), ya que la fenología varía en función de las condiciones ambientales y del tipo y variedad del cultivo (Almanza, 1998).

Cuadro 4.13 Prueba de Fisher LSD para diferencia de altura en 113 días de la procedencia de “Querétaro”, entre cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta	*N	Mean	StDesv	Grouping
2	14	8.07	15.74	A
3	7	4.86	6.69	A B
1	7	-0.86	16.58	A B
4	10	-8.7	11.92	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.



Figura 4.4 Estancamiento de agua en cajete de guayabo ocasionado por el riego por gravedad.



Figura 4.5 Huella de ganado bovino en cajete de guayabo.

Procedencia de Sonora. Se tuvieron pérdidas en la altura promedio de las plantas debido a los factores mencionados anteriormente (humanos y de herbivoría); la altura se redujo en **-7.67 %** (-2.70 cm). El ANOVA no arrojó diferencias estadísticas significativas entre las Huertas (Cuadro 4.14). Sin embargo, en términos numéricos la “Huerta 1” presentó la mayor pérdida de altura atribuyéndolo principalmente a las acciones de poda y desmalezado, llegándose a observar un número importante de plantas trozadas. La capacidad de regeneración de esta procedencia fue muy lenta en comparación con la procedencia de “Chiapas” (Figura 4.6). Además, en la “Huerta 1” los riegos eran muy escasos lo que ocasionó que la planta sufriera estrés hídrico.



Figura 4.6 Daño a planta por desmalezado con desbrozadora.

La “Huerta 2” fue la única que presentó ganancias de altura con aumento de 23% (6.05 cm), atribuido principalmente al manejo tan cuidadoso que se tuvo hacia las procedencias establecidas, aplicando riegos continuos y deshierbe de maleza sin llegar a tocar las plantas de chiles.

La pérdida de altura en la “Huerta 3” se adjudica a los daños causados por hebivoría (ganado bovino), el cual no se pudo controlar durante todo el tiempo que duró el presente estudio ya que vecinos del lugar introducían sin permiso sus animales para pastar.

Cuadro 4.14 ANOVA para diferencias de altura en plantas de la procedencia “Sonora” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Source	DF	*Adj ss	**Adj MS	F-Value	P-Value
Huerta	3	2118	706	1.7	0.19
Error	29	12068	416.1		
Total	32	14186			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

La diferencia de altura se debe a la morfología que presentan cada una de las procedencias, por ejemplo, Martínez Torres et al., (2007) mencionan que el chile silvestre originario del estado de Querétaro manifiesta dos hábitos de crecimiento: 1) la erecta encontrada en plantas de la región de Sierra Gorda y 2) la postrada de la región del semi-desierto, coincidiendo con lo observado en las plantas que se establecieron en las huertas de guayaba. En cambio, Montes Hernández et al., (2006) realizaron un estudio donde encontraron que las plantas de chile silvestre de Sonora presentan tres formas de crecimiento: erecta (con 86.5% del total de plantas evaluadas, n=164), enredadera (11.5%) y decumbente (2.0%), sin embargo, en las plantas de Querétaro que se establecieron en las huertas de Calvillo solo se manifestaron crecimiento de tipo erecto. En lo que respecta a las plantas de la procedencia de Chiapas, estas mostraron un hábito de crecimiento postrado teniendo como principal característica la producción de follaje; solo se detectó una planta de crecimiento erecto en una zona de mucha humedad, poca

luz y con mucha competencia vegetal. La forma de crecimiento de la procedencia Sonora generalmente es erecta (86.6%) (Martínez Torres et al., 2007).

Diámetro de tallo basal. En el Cuadro 4.15 se presentan los resultados de diferencia de diámetro obtenidos del día 20 de julio al 11 de noviembre del año 2017 (113 días).

Cuadro 4.15 Diferencia diámetro de tallo basal del 20 de julio al 11 de noviembre del 2017 (143 días), de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y Procedencia	Plantas vivas a los 30 ddt	Plantas vivas a los 143 ddt	Promedio de diámetro en cm a 30 ddt	Promedio de diámetro en cm a 143 ddt	Diferencia de diámetro	Porcentaje de ganancia
H1	7	2	5.57	7.00	1.43	25.64%
H2	12	12	5.75	8.83	3.08	53.62%
H3	9	8	5.67	9.13	3.46	61.03%
H4	9	9	4.56	8.11	3.56	78.05%
CHIAPAS	37	31	5.39	8.27	2.88	53.50%
H1	12	7	4.67	6.57	1.90	40.82%
H2	15	14	5.47	7.86	2.39	43.73%
H3	10	7	4.86	5.70	0.84	17.35%
H4	13	10	4.92	7.00	2.08	42.19%
QUERÉTARO	50	38	4.98	6.78	1.80	36.23%
H1	15	4	5.07	8.75	3.68	72.70%
H2	13	11	4.00	6.27	2.27	56.82%
H3	13	9	6.15	7.89	1.74	28.19%
H4	15	9	4.73	7.56	2.82	59.62%
SONORA	56	33	4.99	7.62	2.63	52.69%

Es probable que el contraste entre el diámetro del tallo y la altura de las plantas de chile silvestre pueda deberse principalmente a cuestiones fenotípicas y al hábito de crecimiento de cada una de las procedencias (Martínez Torres et al., 2007).

Procedencia de Chiapas. De manera general se tuvo una ganancia de 53.50% (2.88mm) en 113 días. Estadísticamente no se observaron diferencias significativas (Cuadro 4.16), sin embargo, la “Huerta 4” presentó la mayor ganancia de diámetro basal,

atribuyéndose a la morfología y fisiología de la procedencia, observándose el mismo patrón en todas las huertas. Caso contrario sucedió en la “Huerta 1”, donde se presentó la menor ganancia de diámetro de tallo basal atribuido principalmente a los bajos niveles de riego que se aplicaron.

Cuadro 4.16 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Chiapas” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Huerta	3	7.78	2.593	0.39	0.758
Error	27	177.639	6.579		
Total	30	185.419			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

Procedencia de Querétaro. Mediante un ANOVA se estableció que no existen diferencias estadísticas significativas entre huertas (Cuadro 4.17).

Cuadro 4.17 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Querétaro” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Huerta	3	7.377	2.459	1.84	0.158
Error	34	45.386	1.335		
Total	37	52.763			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

Procedencia de Sonora. No se encontraron. Mediante un ANOVA no se encontraron diferencias significativas entre las huertas (Cuadro 4.18).

Cuadro 4.18 ANOVA para diferencias de diámetro de tallo basal en plantas de la procedencia “Sonora” durante 113 días, en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

Source	DF	*Adj SS	**Adj MS	F-Value	P-Value
Huerta	3	11.94	3.979	0.81	0.499
Error	31	152.75	4.927		
Total	34	164.69			

* Suma de cuadrados ajustados.

** Cuadrados mediana ajustados.

4.4.4 Días a inicio de floración.

En el Cuadro 4.19 se muestran los registros de los días a inicio de floración de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en las cuatro huertas de guayabo. Es importante señalar que, con el fin de ser más objetivos, la procedencia de “Querétaro” se evalúa por separado al ser 6 meses mayor de edad.

Cuadro 4.19 Días a inicio de floración (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas Vivas al 19 de octubre	No. De plantas en floración	DDT a inicio de floración			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	3	2	98.5	12.02	90	107
H2	15	12	10	47.7	23.19	25	95
H3	15	9	4	93.3	32.3	55	120
H4	15	9	2	69.5	16.3	58	81
CHIAPAS	60	33	18	65.89	31.47	25	120
H1	15	14	2	90	59.4	48	132
H2	15	11	1	36	-	36	36
H3	15	9	0	-	-	-	-
H4	15	11	1	28	-	28	28
SONORA	60	45	4	61	48	28	132

Procedencia de Chiapas. Se obtuvo el mayor número de plantas con floración (18) y fue la más precoz, con plantas que iniciaron la floración a los 25 ddt (días después del trasplante). La “Huerta 2” mostró tener las mejores condiciones para el desarrollo fenológico de las plantas de esta procedencia atribuyéndolo principalmente al manejo de la huerta, ya que como se mencionó anteriormente, fue la que mostró más atención de parte del productor. Realizando riegos cada tercer día (cuando así lo requería), vigilancia

para evitar daños por herbivoría, deshierbe de maleza con sumo cuidado de no dañar las plantas de chiles silvestres y además se contaba con malla sombra.

Los resultados de la “Huerta 1” resultan interesantes a la vista ya que dos de las tres plantas mostraron floración, pero para obtener datos más precisos se considera necesario tener más individuos vivos que puedan arrojar resultados más confiables.

La “Huerta 4” presentó los mismos resultados que la “Huerta 1” con dos plantas con floración. Sin embargo, en la “Huerta 4” las plantas mostraron ser más prematuras al tener una media de inicio de floración de 69.5 ddt comparado con los 98.5 ddt de la “Huerta 1”, debido posiblemente a los factores de estrés a los que se vieron sometidas las plantas de esta última huerta. En la Figura 4.7 se muestra una planta en floración de esta procedencia.



Figura 4.7 Floración de procedencia de Chiapas.

Procedencia de Sonora. De manera global se registraron pocas plantas en floración (4 plantas), atribuyéndolo a las condiciones ambientales en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, donde se registraron precipitaciones acumuladas de 608.6 mm de agosto a octubre del año 2017, contrastando con el promedio de precipitación anual registrado en la región donde se obtuvo el germoplasma de la procedencia de “Sonora” con 332.5 mm (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2018). Al encontrarse en circunstancia de mucha humedad las plantas entraron en una zona de confort y dedicaron

sus energías al desarrollo de sus partes vegetativas. Lo anterior coincide con el argumento de Martínez Torres et al., (2007), quienes exponen que al evolucionar en ambientes silvestres, las plantas de chiles se encuentran estrechamente ligadas a los cambios estacionales de la regiones donde crecen de manera natural, por lo que las etapas vegetativas y reproductivas dependen de la estación de lluvias.

Procedencia de Querétaro. A pesar de ser una procedencia 6 meses mayor de edad, la procedencia “Querétaro” mostró un promedio general de inicio de floración de 40 ddt (Cuadro 4.20). La “Huerta 2” mostró los mejores resultados al florecer todas las plantas y teniendo un promedio de inicio de floración de 24 ddt, mientras la “Huerta 1” presentó el promedio de inicio de floración más tardío con 64 ddt, debido posiblemente a situaciones de manejo dentro de las huertas.

La “Huerta 3” y “Huerta 4” tuvieron promedios muy parecidos en días a inicio de floración con 38 y 39 ddt respectivamente.

Cuadro 4.20 Días a inicio de floración (después de trasplante) de la procedencia de “Querétaro” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas vivas al 19 de octubre	No. de plantas en floración	DDT a inicio de floración			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	11	11	64.09	19.6	48	107
H2	15	15	15	23.73	8.56	16	36
H3	15	9	9	37.67	22.19	25	95
H4	15	12	9	38.67	8.67	28	58
QUERETARO	60	47	44	39.73	21.47	16	107

En la Figura 4.8 se presenta una planta de esta procedencia en etapa de floración y fructificación.



Figura 4.8 Floración y fructificación de procedencia de Querétaro.

4.4.5 Días a inicio de corte de fruto en verde.

Procedencias de Chiapas y Sonora.

La procedencia “Querétaro” sera discutida de forma independiente por tener una edad mayor (seis meses) que las otras procedencias.

La procedencia de “Sonora” no fructificó, posiblemente por la diferencia en condiciones ambientales en la que esta procedencia se distribuye de manera natural. Para la procedencia de Chiapas el 21.6 % (n= 13) del total de las plantas instaladas presentó fructificación a los 113 ddt. El promedio de días para la producción de fruto fue de 109 días. Aunque la huerta 2 tuvo el mayor número de plantas con fruto, la huerta 4 tuvo el mayor número de frutos (Cuadro 4.21).

Cuadro 4.21 Días a inicio de corte en verde (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas vivas al 11 de noviembre	No. de plantas con corte	DDT a inicio de corte en verde			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	2	1	117	-	117	117
H2	15	12	8	105	0	105	105
H3	15	8	2	105	0	105	105
H4	15	9	2	123	0	123	123
CHIAPAS	60	31	13	108.69	7.16	105	123
H1	15	5	0	-	-	-	-
H2	15	11	0	-	-	-	-
H3	15	9	0	-	-	-	-
H4	15	9	0	-	-	-	-
SONORA	60	34	0	-	-	-	-

Procedencia de Querétaro. Esta procedencia presentó fructificación en el 45 % del total de las plantas instaladas (n=60), con una fructificación promedio de 107.22 ± 4.75 frutos/huerta. La huerta 2 tuvo el mayor número de plantas con fruto (n=15); sin embargo, la huerta 1 presentó la mayor producción de fruto en verde (n=117) (Cuadro 4.22). No se realizaron cortes en verde en la “Huerta 4” ya que las plantas que fructificaron presentaron pocos frutos, tomando la decisión de dejarlos madurar para la siguiente evaluación.

Cuadro 4.22 Días a inicio de corte en verde (después de trasplante) de la procedencia de Querétaro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas vivas al 11 de noviembre	No. de plantas con corte	DDT a inicio de corte en verde			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	8	5	117	0	117	117
H2	15	15	15	105	0	105	105
H3	15	7	7	105	0	105	105
H4	15	11	0	-	-	-	-
QUERETARO	60	41	27	107.22	4.75	105	117

4.4.6 Días a inicio de corte de fruto en rojo.

Procedencias de Chiapas y Sonora.

El promedio general para el inicio de corte de fruto en rojo de la procedencia de “Chiapas” fue de 115.71 ddt, teniendo a la “Huerta 2” con un promedio de 115 ddt y a la “Huerta 3” con 120 ddt. En la “Huerta 1” y “Huerta 4” no se tuvieron frutos maduros para corte (Cuadro 4.23).

Para la procedencia “Sonora” solo se tuvieron cortes de fruto en rojo en la “Huerta 4”, teniendo el primer corte registrado a los 87 ddt y el último a los 123 ddt.

Cuadro 4.23 Días a inicio de corte en rojo (después de trasplante) de las procedencias de “Chiapas” y “Sonora” en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas vivas al 11 de noviembre	No. de plantas con corte	DDT a inicio de corte en rojo			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	2	0	-	-	-	-
H2	15	12	6	115	7.75	105	120
H3	15	8	1	120	*	120	120
H4	15	9	0	-	-	-	-
CHIAPAS	60	31	7	115.71	7.32	105	120
H1	15	5	0	-	-	-	-
H2	15	11	0	-	-	-	-
H3	15	9	0	-	-	-	-
H4	15	9	2	61.5	87	0	123
SONORA	60	34	2	61.5	87	0	123

Procedencia de Querétaro. Fue la que mostró el mejor resultado en el promedio de inicio de corte en rojo con 110 ddt. La “Huerta 2” mostró el menor tiempo para inicio de corte en verde con un promedio de 105 ddt y 15 plantas cosechadas; la “Huerta 3” obtuvo un promedio de inicio de corte en rojo de 107 ddt con 9 plantas cosechadas; en la “Huerta 4” el inicio de corte en rojo fue a los 123 ddt y, por último, la “Huerta 1” registró un promedio para inicio de corte en rojo de 132 ddt (Cuadro 4.24).

Cuadro 4.24 Días a inicio de corte en rojo (después de trasplante) de la procedencia de Querétaro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	Número de trasplantes	Plantas vivas al 11 de noviembre	No. de plantas con corte	DDT a inicio de corte en rojo			
				Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	15	8	2	132	0	132	132
H2	15	15	15	105	0	105	105
H3	15	7	9	106.67	5	105	120
H4	15	11	5	123	0	123	123
QUERÉTARO	60	41	31	110.13	9.11	105	132

4.4.7 Estado fitosanitario de tres procedencias

Se observaron daños relacionados con insectos masticadores y chupadores; sin embargo, ninguno de ellos estuvo relacionado con el declinamiento de las plantas de chiltepín. La mortalidad registrada en algunas huertas estuvo relacionada con actividades de manejo, entre ellas, riegos muy espaciados o bien, riegos pesados ausencia de riegos, podas, deshierbe, presencia de ganado, etc.

Se registró la presencia de un insecto masticador afectando las plantas de las tres procedencias de chile silvestre. El insecto se identificó como *Plagiometriona clavata* (Coleoptera: *chrysomelidae*) una especie de insecto masticador asociado a poblaciones de chile silvestre en su distribución natural en los Estados de Tamaulipas y Baja California Sur (Martínez-Sánchez et al., 2017; Tejas et al., 2011). En Aguascalientes es el primer registro de este organismo.

En el Cuadro 4.25 se describen los daños registrados en cada una de las plantas de las tres procedencias de chiles silvestres en cada una de las huertas de guayabos.

Cuadro 4.25 Registro fitosanitario de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y Procedencia	No. de trasplantes	Daño en hojas					Daños físicos (trozado, galerías, etc.)		Observaciones
		Manchas cloróticas	Marchitez	Defoliación			Tallos y/o ramas	Frutos	
				Baja (máximo 30%)	Media (30-50%)	Alta (más del 50%)			
H1	15	0	7	3	0	0	8	0	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en dos plantas. - Daños físicos en plantas por atribuidos al manejo de la huerta (podas y deshierbes).
H2	15	1	2	6	6	3	1	0	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en 15 plantas.
H3	15	0	2	3	0	0	2	0	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en tres plantas. - Daños físicos en plantas atribuidos a ganado vacuno.
H4	15	0	2	3	0	0	4	0	- Marchitez atribuida posiblemente a la falta de nutrimentos (N) y en algunos casos al ahogamiento de la planta * - Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en tres plantas. - Daños físicos en plantas atribuidos a ganado vacuno.
CHIAPAS	60	1	13	15	6	3	15	0	
H1	15	0	3	4	2	0	6	0	- Daños físicos en plantas atribuidos al manejo de la huerta (podas y deshierbes).
H2	15	1	0	4	1	0	0	21	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en cinco plantas. - Daños en frutos atribuidos a las aves.
H3	15	1	3	0	0	0	3	0	Daños físicos atribuidos a ganado vacuno.
H4	15	1	3	1	1	0	6	2	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en dos plantas. - Daños en frutos atribuidos a las aves. - Daños físicos en planta atribuidos a ganado vacuno.
QUERÉTARO	60	3	9	9	4	0	15	23	

Huerta y Procedencia	No. de trasplantes	Daños físicos (trozado, galerías, etc.)		Observaciones	Huerta y Procedencia			No. de trasplantes	Daños físicos (trozado, galerías, etc.)		Observaciones
		Daño en hojas	Marchitez		Defoliación				Tallos y/o ramas	Frutos	
					Manchas cloróticas	Baja (máximo 30%)	Media (30-50%)				
H1	15	3	6	5	0	1	9	0	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en dos plantas.		
H2	15	2	1	7	3	3	3	1	- Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en 11 plantas. - Daño en fruto probablemente causado por aves.		
H3	15	3	1	0	1	0	3	0	- Marchitez atribuida a exceso de humedad. - Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en una planta.		
H4	15	3	7	1	0	0	5	0	- Marchitez atribuida a exceso de humedad. Presencia de <i>Plagiometrona clavata</i> en una planta. Daños físicos en plantas atribuidos a ganado vacuno.		
SONORA	60	11	15	13	4	4	14	1			

* La marchitez se atribuye al ahogamiento de la planta por exceso de humedad y en consecuencia, a la dificultad que se tiene en el aprovechamiento de nutrientes.

Aunque todas las accesiones presentaron daños similares, la intensidad fue distinta para cada una. Se describen la intensidad del daño para cada procedencia.

Procedencia de Chiapas

De manera general se registraron tres daños importantes que fueron marchitez, defoliación y daños físicos en tallos y ramas. Solo se registró un caso aislado de planta con síntomas de clorosis en la “Huerta 2”.

Marchitez. Se relacionó con el estrés hídrico que sufrieron las plantas, ya que es una procedencia que se desarrolla en una región con mucha humedad (promedio anual de 2619.7 mm).

Defoliación. El principal daño a las plantas fue causado por la especie *P. clavata*. Estos individuos son conocidos también como tortuguitas, doradillas, pulgas saltonas, chochos, diabroticas o, terroncitos y tienen como principal característica ser de cuerpo ovalado o semioval y con colores contrastantes y de cabeza pequeña (Martínez-Sánchez et al., 2017). En la Figura 4.9 se puede observar una planta de chile silvestre dañada por *P. clavata*, teniendo como principal característica alimentarse del follaje de las plantas de chile (Tejas et al., 2011).



Figura 4.9 Daños ocasionados por *P. clavata* en una planta de chile silvestre de la procedencia de Chiapas.

La procedencia de Chiapas fue la que presentó la mayor afectación por *P. clavata*, con un 60 % de daño (n=24), aunque con una intensidad menor al 30 % del área foliar. Probablemente el vigor foliar desarrollado en los ejemplares de chiltepín establecidos en esta huerta, producto de la acumulación de humedad por riegos constantes, haya influido en la presencia de *P. clavata*, así como la ausencia de enemigos naturales. Lo anterior está relacionado con lo reportado por Tejas et al., (2011) quienes mencionan que al ser

P. clavata una especie que se alimenta únicamente del follaje de los chiles silvestres, sus poblaciones alcanzan sus máximos después de la temporada de lluvias justo cuando el desarrollo foliar está en su apogeo.

En esta misma procedencia se identificó al pulgón *Myzus persicae*, aunque no se observaron daños en las plantas donde se registró su presencia (Figura 4.10).



Figura 4.10 Presencia de pulgón (*Myzus persocae*) en procedencia de Chiapas.

Daños a tallos y/o ramas. Los daños ocasionados a las plantas se atribuyeron al manejo dentro de las huertas (deshierbe y poda de guayabos), sobre todo en la “Huerta 1”. En el caso específico de la “Huerta 1”, se observó que no existió la precaución necesaria hacia las plantas de chile al momento de realizar los deshierbes en los cajetes y las podas de los guayabos, dañando la mayoría de las plantas que estaban vivas al momento de realizar dichas acciones (Figura 4.11). Para el caso de las huertas 3 y 4 los daños causados a las plantas se debieron a cuestiones de herbivoría, detectando la presencia de ganado bovino en la zona de plantación de chiles silvestres.



Figura 4.11 Daño en tallos y ramas por deshierbe de cajete y poda de guayabos.

Procedencia de Querétaro.

Manchas Cloróticas. Se registraron 3 casos de plantas con síntomas de clorosis en las huertas “2, 3 y 4”, relacionándose en el caso de las huertas “2 y 3” con la deficiencia de algún nutrimento, y en la “Huerta 4” al deficiente drenaje en el cajete donde se encontraba la planta (Figura 4.12).



Figura 4.12 Deficiencia de drenaje en cajete de guayabo dentro de la “Huerta 4”.

Marchitez. Se atribuyó a los mismos factores presentados en la procedencia de Chiapas, es decir, al estrés hídrico por ausencia de agua y al estrés causado por el manejo de las huertas.

Defoliación. Se relacionó principalmente a *P. clavata*, aunque la mayoría de los daños (69%) se catalogaron de nivel bajo ($\leq 30\%$ del área foliar). Las Huertas “1 y 2” registraron la mayor cantidad de plantas dañadas (con seis y cinco, respectivamente), mientras que en la “Huerta 3” no se detectó daño o presencia de *P. clavata* en ninguna planta de esta procedencia.

Daños a tallos y/o ramas. Se registraron daños en las Huertas “1, 3 y 4”, donde las Huertas “1 y 4” son las que más percances sufrieron. Los daños de la “Huerta 1” se atribuyeron a la falta de cuidado hacia las plantas de chile silvestre durante el deshierbe de los cajetes y las podas de los guayabos (Figura 4.13), lo que ocasionó la muerte en la mayoría de las plantas dañadas; mientras en las Huertas “3 y 4” los daños se relacionaron con la presencia de ganado bovino en la zona. No se registraron daños en tallos y/o ramas en las “Huerta 2”.



Figura 4.13 Daño en tallo a planta de chile silvestre en la “Huerta 1” por deshierbe de cajete.

Daño en frutos. La “Huerta 2” fue la que presentó los daños más importantes en frutos (n=21) al ser la huerta que más producción de chile silvestre presentó, lo cual resultó ser atractivo para las aves. El color de los frutos es la razón principal por la que el chile silvestre suele llamar la atención de las aves, quienes son sus principales dispersores en su hábitat (Martínez Torres et al., 2007). Tewksbury et al., (1999) mencionan que las aves son uno de los principales dispersores de las semillas de chiles silvestres, lo que explica el daño que se presentó en el fruto (Figura 4.14).



Figura 4.14 Daño en frutos de chile silvestre atribuido a las aves.

Procedencia de Sonora. Esta procedencia de chile silvestre fue una de las que más daños presentaron en las plantas junto con la procedencia de Chiapas.

Manchas cloróticas. De acuerdo con las observaciones, 11 plantas presentaron síntomas de clorosis, donde las Huertas “1, 3 y 4” presentaron la mayor cantidad con tres plantas cada una y la “Huerta 2” con dos plantas (Figura 4.15). Las causas difirieron según el manejo de cada una de las huertas, por ejemplo, los síntomas de clorosis en la “Huerta 1” se dieron en las siguientes tres semanas posteriores al trasplante, posiblemente por deficiencia de nutrientes.



Figura 4.15 Planta de procedencia de Sonora con síntoma de clorosis.

Marchitez. La “Huerta 4” fue la que presentó la mayor cantidad de plantas con este síntoma ($n= 7$), debido al drenaje deficiente en los cajetes que está estrechamente relacionado con la clase textural del suelo (franco arcilloso). Caso contrario sucedió en la “Huerta 1” que registró seis plantas con síntomas de marchitez, pero que se atribuyó a la ausencia de riegos en las semanas posteriores al trasplante. Las Huertas “2 y 3” presentaron solo un caso por huerta de síntoma de marchitez.

Defoliación. Fue una de las procedencias más susceptibles al ataque de *P. clavata*. En la huerta 2 nuevamente registró la mayor presencia y daño, debido a la alta producción de follaje que hubo en las plantas. Una de las señales para identificar el daño de *P. clavata* en las plantas (independientemente de la defoliación) fueron las excretas observadas en los huevecillos que depositan las hembras sobre las hojas (Figura 4.16b) y que sirven como barreras de protección contra depredadores (Tejas et al., 2011). Incluso Vencl et al., (1999) mencionan la importancia que tiene el escudo en la sobrevivencia de las larvas de *P. clavata*, sugiriendo la posibilidad de que contengan compuestos químicos que ayuden a repeler el ataque de invertebrados (Figura 4.17). Un punto que recalcar es que en esta procedencia se obtuvieron los daños más severos a

diferencia de las otras procedencias, teniendo tres plantas catalogadas con daños altos en la “Huerta 2” y una planta en la “Huerta 1”.



Figura 4.16 a) Daños foliares por *P. clavata* en procedencia de Sonora, b) huevecillos de *P. clavata* en hojas de chile silvestre.



Figura 4.17 a) Adulto de *P. clavata*, b) Larva de *P. clavata* alimentándose de hojas de planta de chile silvestre.

Daños a tallos y/o ramas. Los principales daños se registraron en la “Huerta 1” (como sucedió con las otras procedencias), teniendo como factor común el manejo de la huerta durante las actividades de deshierbe de maleza y poda de árboles de guayabo. Desafortunadamente esta procedencia vio reducido el número de plantas vivas dentro de la “Huerta 1” ya que no pudieron recuperarse de los daños que se le causaron.



4.5 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos indican que es posible la introducción de procedencias de chile silvestres (foráneas) ya que presentan una buena plasticidad fenotípica.
- La mortalidad de plantas de chile silvestre de las tres procedencias se debió principalmente a cuestiones de manejo dentro de cada huerta, entre ellas, la poda de guayabos, deshierbe de maleza y riego, así como la presencia de ganado bovino. No obstante, es probable que tanto la altura de la planta, la época de floración y fructificación si estén relacionadas con las características climáticas de la región de Calvillo.
- La identificación de *Plagiometriona clavata* constituye el primer registro de esta especie en el Estado de Aguascalientes. Esta especie se encuentra asociada a la distribución natural del chiltepín en los Estados de Tamaulipas y Baja California Sur. A pesar de los daños foliares causados a las plantas, no se registraron muertes a causa de este insecto.

4.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALMANZA, E. 1998. *Estudios ecofisiológicos, métodos de propagación y productividad del chile piquín (Capsicum annum L. var aviculare Dierb.)* D. & E. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- BAÑUELOS, N., SALIDO, P. L. & GARDEA, A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Ethnobotany of the Chiltepín: Small Royalty in the Sonoran Culture.*, 16, 177-205.
- BIRCHLER, T. A., ROYO, A. & PARDOS, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Systems*, 7, 109-121.
- BORJA, M., LUIS RAMOS GONZÁLEZ, J., VANESSA DE LIRA RAMOS, K. & VÉLEZ IZQUIERDO, A. 2016. *La red de valor de guayaba en Aguascalientes.*
- CALVILLO, H. A. D. 2014. *Plan Municipal de Desarrollo* [Online]. <http://calvillo.gob.mx/docs/20142016.pdf>. Available: <http://calvillo.gob.mx/docs/20142016.pdf> [Accessed 2017].
- HERNÁNDEZ VERDUGO, S., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A., SÁNCHEZ PEÑA, P., CASAS, A. & OYAMA, K. 2006. Estructura y diferenciación genética de poblaciones silvestres y domesticadas de chile del Noroeste de México analizada con isoenzimas y RAPDs. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29.
- HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., GUEVARA-GONZÁLEZ, R., RIVERA-BUSTAMANTE, R., VÁZQUEZ-YANES, C. & OYAMA, K. 1998. Los parientes silvestres del chile (*Capsicum* spp.) como recursos genéticos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62, 171-181.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, A. Y. P. 2018. *Red de Estaciones del INIFAP* [Online]. clima.inifap.gob.mx/. Available: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx> [Accessed].
- JIMÉNEZ SIERRA, C. L., SOSA RAMÍREZ, J., CORTÉS-CALVA, P., BRECEDA SOLÍS CÁMARA, A., ÍÑIGUEZ DÁVALOS, L. I. & ORTEGA-RUBIO, A. 2014. México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y ciencia*, 22.

LABORDE CANCINO, J. A. & POZO CAMPODONICO, O. 1984. Presente y pasado del chile en México.

MARTÍNEZ TORRES, H. L., VIBRANS LINDEMANN, H., HERNÁNDEZ, M. & CORONA TORRES, T. 2007. Etnobotánica del chile quipín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) en la Sierra Gorda y Semidesierto de Querétaro. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Botánica.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, I., NIÑO-MALDONADO, S., VILLALÓN, M. L., NÁPOLES, J. R. & CLARK, S. M. 2017. Crisomélidos asociados a recursos forestales maderables y no-maderables en Victoria, Tamaulipas* Chrysomelidae associated to timber and non-timber forest resources in Victoria, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (8).

MEDINA-MARTÍNEZ, T. 2010. Manejo integral del chile piquín. *CienciaUAT*, 5, 28-29.

MEDINA-MARTÍNEZ, T., VILLALÓN MENDOZA, H., LARA-VILLALÓN, M., GAONA-GARCÍA, G., TREJO-HERNÁNDEZ, L. & CARDONA-ESTRADA, A. 2000. El chile piquín del Noreste de México. *Ciudad Victoria, Tamaulipas, México: Folleto técnico. Universidad Autónoma de Tamaulipas-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Universidad Autónoma de Nuevo León*, 20.

MONTES HERNÁNDEZ, S., RAMÍREZ MERAZ, M., VILLALÓN MENDOZA, H., MEDINA MARTINEZ, T., MORALES, A., GARCÍA CUÉN, E. H., SOTO RAMOS, J. M., LÓPEZ DE LEÓN, R., CARDONA ESTRADA, A. & MARTÍNEZ TORREZ, H. L. 2006. Conservación y aprovechamiento sostenible de chile silvestre (*Capsicum* sp, Solanaceae) en México. *Avances de Investigación*, 71, 474.

MORALES CUEN, A., MÁRQUEZ CASTILLO, A. & MOLINA MALDONADO, C. 2010. Técnicas para el establecimiento y producción de chiltepín silvestre, bajo un sistema agroforestal en Sonora, México. *Capsicum annum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. In: TECNOLOGÍAS, T. Y. A. D. (ed.). Zapopan, Jalisco, México.: Comisión Nacional Forestal.

PARDOS, J. A. 2004. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. *Forest Systems*, 13, 101-107.

RAMOS-SANDOVAL, I. N., GARCÍA-SALAZAR, J. A., BORJA-BRAVO, M., GUAJARDO-HERNÁNDEZ, L. G., ALMERAYA-QUINTERO, S. X. & ARANA-CORONADO, Ó.

- A. 2017. El mercado de la guayaba en Aguascalientes: un análisis para reducir la volatilidad de los precios. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERÁZ, M. & POZO, C. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre*. Río Bravo, Tamaulipas, México.: INIFAP-CIRNE.
- TEJAS, R., SERVÍN, R., NIETO-GARIBAY, A. & MARÍN, A. 2011. Registro de *Plagiometriona clavata* (Fabricius 1798)(Coleoptera: Chrysomelidae) en chile silvestre *Capsicum annum*, de Baja California Sur, México. *Acta zoológica mexicana*, 27, 201-205.
- TEWKSBURY, J. J., NABHAN, G. P., NORMAN, D., SUZÁN, H., TUXILL, J. & DONOVAN, J. 1999. In situ conservation of wild chiles and their biotic associates. *Conservation Biology*, 13, 98-107.
- VALENTE MEGCHÚN-GARCÍA, J., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., LID DEL ANGEL-PÉREZ, A., NATAREN VELÁZQUEZ, Á. & CAPETILLO-BURELA, J. 2009. *Densidades de siembra y cubierta plástica de chile piquín intercalado en guanábana*.
- VALIENTE-BANUET, J. I. & GUTIERREZ-OCHOA, A. 2016. *Effect of irrigation frequency and shade levels on vegetative growth, yield, and fruit quality of piquin pepper (Capsicum annum L. var. glabriusculum)*.
- VENCL, F. V., MORTON, T. C., MUMMA, R. O. & SCHULTZ, J. C. 1999. Shield defense of a larval tortoise beetle. *Journal of chemical ecology*, 25, 549-566.
- VILLALON-MENDOZA, H., RAMIREZ-MERAZ, M., OCANAS, F. G., MAITI, R. K. & DE JESUS LUNA-RUIZ, J. 2015. Sustainable Management of Wild Chili (*Capsicum annum L. var. glabriusculum*) as an Alternative from Production to the Northeast of Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 6, 261-267.

V. Evaluación de rendimiento y calidad física de fruto fresco y seco de tres procedencias de chile silvestre, bajo un sistema de manejo agroforestal en huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

RESUMEN

El chile (*Capsicum* spp.) representa uno de los cultivos hortícolas más importantes y de mayor consumo en la cultura mexicana, sobre todo en estado fresco. México es considerado un sitio estratégico en la conservación y aprovechamiento de este recurso. Las regiones con mayor aprovechamiento del chiltepín son el Noreste y Noroeste del México, especialmente en zonas rurales donde predominan actividades de explotación de recursos forestales maderables (madera, leña, postería, etc.) y no maderables (resinas, lechuguilla, candelilla, etc.). El precio de los chiles silvestres es muy variante y depende fundamentalmente de la época de compra y de la región de procedencia, llegando a alcanzar en algunas regiones del Noreste del país 180 dólares por kilogramo. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el rendimiento y calidad física del fruto fresco y seco de tres procedencias de chile silvestre establecidas bajo un sistema de manejo agroforestal en huertos de guayabo. Se colectaron hasta tres frutos verdes por planta con fruto de las accesiones con fructificación, mientras que la colecta de frutos rojos se realizó quincenalmente hasta noviembre de 2017. Para el caso de éstos últimos se procedió a secar los frutos rojos a temperatura ambiente durante aproximadamente 25 días. Los frutos frescos y secos se pesaron de manera independiente, y posteriormente se registraron los diámetros polar y ecuatorial por procedencia y huerta. En promedio los frutos frescos y secos de la procedencia de Chiapas pesaron 0.50 g en fresco y 0.45 g en seco.; mientras que los frutos de Querétaro pesaron 0.26 g en fresco y 0.45 g en seco. No se colectaron frutos verdes de la procedencia de Sonora debido a que esta procedencia prácticamente no entro en floración durante 2017. El manejo de las huertas fue el factor con mayor influencia en la productividad de frutos verdes y secos en las tres procedencias evaluadas.

Palabras clave: chile silvestre, fructificación, calidad, procedencias, manejo

ABSTRACT

The chile (*Capsicum* spp.) represents one of the most important horticultural crops and of greater consumption in the Mexican culture, especially in its fresh state. Mexico is considered a strategic site in the conservation and use of this resource. The regions with the greatest use of chiltepín are the Northeast and Northwest of Mexico, especially in rural areas where activities of exploitation of timber forest resources (wood, firewood, posther, etc.) and non-timber (resins, lechuguilla, candelilla, etc.) predominate. The price of wild chilies is very variable and depends mainly on the time of purchase and the region of origin, reaching reaching in some regions of the Northeast of the country up to 180 dollars per kilogram. The objective of this work was to evaluate the yield and physical quality of the fresh and dry fruit of three wild chile provenances established under an agroforestry management in guayabo orchards. In those plants with fruit, up to three green fruits were collected for each, while the collection of red fruits was carried out every two weeks. In the case of the latter, they were dried at room temperature for approximately 25 days. The fresh and dried fruits were weighed and later, polar and equatorial diameters were measured. On average, fresh and dried chiles from the Chiapas provenance gave a weight of 0.50 g and 0.45 g respectively; while those of Querétaro presented a weight of 0.26 g for fresh fruits and 0.45 g for nuts. No green fruits were collected from the Sonora provenance. The management of the orchards was the factor with greater influence on the productivity of green and dry fruits in the three provenances.

Keywprds: wild chili peppers, fructification, quality, provenances, management.

5.1 INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum* spp.) representa uno de los cultivos hortícolas más importantes y de mayor consumo en la cultura mexicana, sobre todo en estado fresco (Salinas Hernández et al., 2010). Según datos de la SAGARPA (2015), el chile es el octavo cultivo de mayor valor en la agricultura nacional, con un volumen de producción promedio anual de 2.2 millones de toneladas, lo que representa alrededor de 13,000 millones de pesos anuales. México ocupa el segundo lugar a nivel internacional en producción de chile en verde y es considerado un sitio estratégico en la conservación y aprovechamiento de este recurso, ya que posee una amplia variedad de chiles que son de gran importancia comercial y/o regional en todo el país (Alonso Bran et al., 2012).

En México se cultivan cuatro de las cinco especies domesticadas de *Capsicum* (*C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. pubescens*), de estas, dos se desarrollan de manera silvestre (*C. annuum* y *C. frutescens*) (Luna Ruíz, 2010). De manera silvestre, estas dos especies se distribuyen a lo largo de todo el territorio de la República Mexicana, donde se les conoce con una amplia variedad de nombres comunes (piquín, chiltepín, quipín, amashito, etc.) y poseen fuertes variaciones morfológicas (Alonso-Bran et al., 2010). Las poblaciones de chile silvestre en México se pueden encontrar en altitudes que van de 0 hasta arriba de 2,000 msnm, dependiendo de la región de procedencia. (Kraft et al., 2013)

Las regiones con mayor aprovechamiento del chiltepín son el Noreste y Noroeste de México, especialmente en zonas rurales donde predominan actividades de explotación de recursos forestales maderables (madera, leña, postería, etc.) y no maderables (resinas, lechuguilla, candelilla, etc.) (Medina-Martínez et al., 2000). Algunos autores señalan que los ingresos totales de las familias con actividades extrafinca y de recolección de especies silvestres van de un 54% a un 60% (Montes Hernández et al., 2006; Villalon-Mendoza et al., 2014).

La importancia de los chiles silvestres no solo radica en cuestiones económicas ya que en ciertas regiones se encuentran arraigados profundamente a la cultura local y regional. Por ejemplo, en Sonora los “chiltepines” además de formar parte de la gastronomía de

los sonorenses, juega un papel preponderante en cuestiones médicas, utilizándose como remedio para un sinnúmero de enfermedades como hipertensión, debilidad, gastritis, reumas, úlceras, etc. (Bañuelos et al., 2008). Además, se considera que las poblaciones silvestres de *C. annuum* son una fuente invaluable de reserva de germoplasma que será vital para el sostenimiento natural de la especie, y además, una fuente apreciable para los fitomejoradores (Alonso Bran et al., 2010).

El aprovechamiento y comercialización del chiltepín en México proviene en su gran mayoría de poblaciones silvestres. La falta de conocimiento sobre las condiciones que favorecen y/o limitan el regenerado de las poblaciones, junto con la aplicación de métodos de colecta inadecuados (por ejemplo, la extracción de plantas completas), han generado una disminución del chile silvestre en las áreas de distribución (Villalon-Mendoza et al., 2015)- Entre los principales factores limitantes destacan:

- a) Factores antropogénicos. Resaltan actividades como la deforestación, el aumento de tierras de cultivo, el incremento de la ganadería, etc. (Montes Hernández et al., 2006)
- b) Métodos de cosecha. Los procedimientos de cosecha varían en función de la región, por ejemplo, en el Noreste y Noroeste es común cortar la planta completa, o bien las ramas fructíferas para ser cosechadas en otro lugar (Rodríguez del Bosque et al., 2003; Martínez Torres et al., 2007; Miranda Zarazúa et al., 2007); mientras que para el Estado de Querétaro Martínez Torres et al., (2007) mencionan que la cosecha de frutos de chile silvestre no es destructiva, aludiendo que 93.8 % de las personas que se entrevistaron (dedicadas a la cosecha de chile silvestre) realizan el corte fruto por fruto (piquear) sin dañar la planta.

Por otra parte, en el sur de Arizona y en la frontera norte de Sonora, México, las pérdidas de hábitat se atribuyen en gran medida al daño que sufren las plantas de parte de las personas que colectan frutos, a la ganadería, y a la sobreexplotación de este recurso (Tewksbury et al., 1999). El aprovechamiento del chile silvestre en el Estado de Sonora es una actividad relativamente nueva, ya que hasta la década de los ochenta empezó a considerarse una actividad relevante en términos económicos (Bañuelos et al., 2008); no

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

obstante, se desconoce el impacto ecológico que ha ocasionado el uso de este recurso forestal no maderable, pues son mínimas las plantaciones forestales comerciales que existen.

Recientemente se han reportado diversos trabajos respecto a la conservación y aprovechamiento de los chiles silvestres, que van desde colectas de diversas procedencias a lo largo de la República Mexicana (Kraft et al., 2013), hasta su cultivo en asociación con árboles frutales (cítricos y guanábana) (Rodríguez del Bosque et al., 2004, Valente Megchún-García et al., 2009); sin embargo, es necesario profundizar los trabajos de investigación en diferentes áreas, como por ejemplo, la estandarización de métodos de germinación en diferentes procedencias de la misma especie, susceptibilidad o tolerancia a factores fitosanitarios, entre otros. .

Existen diversos factores que influyen para obtener una buena producción de frutos de chiltepín, quizá, los más relevantes son las condiciones ambientales (precipitación media anual, temperatura media anual, etc.) y el manejo al que se encuentran sometidas las áreas de colecta. De este último, se tiene registro de zonas que son prácticamente inaccesibles, y donde la densidad de plantas llegan a ser de 1,000 plantas/hectárea, contrastando con las zonas accesibles de cosecha que tienen alrededor de 200 plantas/hectárea (Miranda Zarazúa et al., 2007). Los chiles silvestres se encuentran asociados a diferentes especies de árboles como Tepeguaje (*Lysiloma watsonii*), Mezquite, (*Prosopis velutina*), Cúmaro (*Celtis reticulata*), Garambullo (*Celtis pallida*), etc., que cumplen con funciones de nodrizaje (Tewksbury et al., 1999; Bañuelos et al., 2008; Martínez Torres et al., 2007), aunque algunos autores mencionan que no hay datos que así lo demuestren (Montes Hernández et al., 2006).

El chiltepín en su condición silvestre presenta formas muy variadas en su fruto, que van desde los redondos y pequeños como los chiltepines de Sonora, hasta los grandes y alargados como los timpinchiles de Chiapas. De igual forma el precio de los chiles silvestres son muy variantes y dependen fundamentalmente de la época de cosecha, compra y de la región de procedencia. Por ejemplo, Villalon-Mendoza et al., (2016) documentó que por un kilogramo de chile piquín en fresco los consumidores han llegado

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a pagar en lagunas regiones del Noreste del país \$85 US dolares y hasta \$180 US dolares/kg de chile seco. Por su parte, Montes Hernández et al., (2006) reportan precios para intermediarios de \$50.00/kg de chile fresco y hasta \$120.00/kg para el público, mientras que para chile rojo seco los precios van hasta los \$700.00/kg. Así mismo, en Sonora se registró en mayo del año 2017 un precio al público de \$1,000/kg (en seco). Mientras que para el “kuipín” de Querétaro se han registrado precios al público de \$230.35/kg de chile fresco verde y de \$325.20/kg de chile seco rojo (Montes Hernández et al., 2006). Rodríguez del Bosque et al., (2003) mencionan que el chile silvestre de Chiapas que se comercializa en el Noreste del país no es del agrado de los consumidores de esta región, ya que los chiles de Chiapas presentan ciertas características que resultan poco atractivas para los consumidores locales y regionales, como son: color (presentando algunas manchas oscuras), tamaño (más grande y alargado en comparación con el piquín y/o chiltepín), y de sabor a hierba; incluso a los chiles silvestres de Chiapas también se les ha comparado con los chiles serranos o jalapeños debido a los efectos que se tienen al digerirlos (molestias estomacales) (Montes Hernández et al., 2006).

Algunos autores como Valente Megchún-García et al., (2009) sugieren que es posible establecer chile silvestre en asociación con árboles frutales, sin que esto llegue a influir en prácticas de manejo en las huertas; esta practica buscasimular el nodrizaje que ejercen algunas especies forestales sobre los chiltepines en su distribución natural. En el Estado de Aguascalientes, aunque no se tiene documentado el uso y aprovechamiento de chile silvestre, existen evidencias de su uso en huertos de traspatio en los que se conoce como “chile de árbol”, un pequeño arbusto perene que proporciona frutos todo el año, pero sin fines comerciales, y cultivándolo solo para autoconsumo, pero desconociendo la especie y su lugar de origen (M. Hernández de Loera, Com. Pers.). De acuerdo a lo anterior, con la finalidad de evaluar el potencial de establecimiento, desarrollo y capacidad de fructificación, se desarrolló un estudio mediante la plantación de tres procedencias de chiles silvestres (Sonora, Querétaro y Chiapas) en huertas de guayaba en el municipio de Calvillo, Aguascalientes. En los capítulos anteriores de esta tesis se documentó la eficiencia de las tres procedencias en establecimiento, y etapas fenológicas hasta floración y fructificación, por lo que el objetivo de este manuscrito fue evaluar el rendimiento y calidad del fruto fresco y seco de las mismas tres procedencias

de chile silvestre en asociación con árboles de guayaba en edad productiva, bajo un manejo de sistema agroforestal en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.



5.2 OBJETIVO E HIPÓTESIS

OBJETIVO

Evaluar el rendimiento y calidad física de fruto fresco y seco por planta en cada una de las procedencias de chiles silvestres y su comportamiento en huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

HIPÓTESIS

El rendimiento y la calidad física de los frutos varía en función de cada una de las procedencias de origen.



5.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del peso fresco se realizaron quincenalmente las colectas de fruto separándolos en frutos verdes y maduros.

5.3.1 Evaluación y rendimiento de la calidad de frutos verdes

Se colectaron de uno a tres frutos verdes por planta realizando un corte manual en el pedúnculo y colocándolos en un sobre de papel, identificando con un marcador la huerta, el número de planta, la procedencia y la cantidad de frutos colectados. Los frutos colectados se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 2°C por 24 horas antes de realizar el pesaje.

5.3.2 Evaluación y rendimiento de calidad de frutos rojos (maduros)

La cosecha se realizó desprendiendo manualmente los frutos rojos (maduros) del pedúnculo y colocándolos en un sobre de papel, identificando con un marcador la huerta, el número de planta y la procedencia a la que pertenecían. Los frutos colectados se mantuvieron en refrigeración a una temperatura de 2°C por 24 horas antes del pesaje.

5.3.3 Procesamiento de muestras

Los frutos verdes y rojos se pesaron en una báscula analítica marca "PRECISA XT 220. A" las 24 horas después de la cosecha. El pesaje de los frutos se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Para la determinación de las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial de los frutos se utilizó una regla graduada en centímetros y milímetros, y un Vernier análogo graduado en milímetros.

Los frutos rojos se dejaron secar sobre papel periódico a temperatura ambiente por 30 días. Una vez secos se pesaron en la báscula antes mencionada.

5.3.4 Análisis de la Información

Los datos se analizaron en el programa Estadístico Minitab17®. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) para cada una de las variables (diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso de frutos por huerta, peso de frutos por procedencia, etc.) y se expresaron las medias de cada procedencia y/o huerta (según correspondiera) junto con su error estándar.

En aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas se corrió una prueba de comparación de medias Fisher LSD con un $\alpha=0.05$.



5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4.1 Rendimiento y evaluación de calidad de frutos verdes

El promedio de frutos por planta para cada accesión en las cuatro huertas se resume en el Cuadro 5.1. El rendimiento promedio de frutos verdes (n=35) para la procedencia de “Chiapas” en las cuatro huertas fue de 6.47 gramos. La procedencia de “Querétaro” a pesar de tener mayor cantidad de frutos colectados (n=77) mostro un rendimiento promedio de 6.46 gramos. La diferencia en el número de frutos se debe al número de plantas que fructificaron de cada procedencia, donde “Chiapas” registró 13 de las 31 plantas sobrevivientes y “Querétaro” 27 de 44 plantas sobrevivientes.

La procedencia de “Sonora” produjo tres frutos durante el periodo de evaluación en las cuatro huertas, por lo que se tomó la decisión de no colectarlos hasta que éstos alcanzaran su madurez.

Cuadro 5.1 Número y peso de frutos verdes cosechados de tres procedencias de chiles silvestres en cuatro huertas de guayabas en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	No. de plantas con fruto	Frutos verdes cosechados					Peso de frutos verdes				
		No. de frutos verdes cosechados	Mean	StDev	Minimum	Maximum	Peso total de frutos verdes (g)	Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	1	1	1	-	1	1	0.1	0.1	-	0.1	0.1
H2	8	23	2.88	0.64	2	4	4.50	0.56	0.20	0.23	0.85
H3	2	5	2.5	0.71	2	3	0.84	0.42	0.22	0.26	0.57
H4	2	6	3	0	3	3	1.03	0.52	0.08	0.46	0.57
CHIAPAS	13	35	2.69	0.75	1	4	6.47	0.50	0.21	0.1	0.85
H1	5	12	2.4	0.89	1	3	0.81	0.16	0.11	0.07	0.33
H2	15	44	2.93	0.26	2	3	4.53	0.30	0.1	0.11	0.48
H3	7	21	3	0	3	3	1.81	0.26	0.05	0.17	0.33
H4	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
QUERÉTARO	27	77	2.85	0.46	1	3	6.46	0.26	0.10	0.07	0.48

Huerta y procedencia	No. de plantas con fruto	Frutos verdes cosechados					Peso de frutos verdes				
		No. de frutos verdes cosechados	Mean	StDev	Minimum	Maximum	Peso total de frutos verdes (g)	Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H4	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SONORA	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para diámetro de los frutos (polar y ecuatorial) no existieron diferencias significativas entre las huertas ($p \geq 0.05$) (Caudros 5.2 y 5.3).

Cuadro 5.2 ANOVA para diámetro polar en frutos verdes de la procedencia “Chiapas”, cosechados en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

SOURCE	DF	*ADJ SS	**ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
HUERTA	3	3.485	1.162	0.86	0.494
ERROR	9	12.09	1.343		
TOTAL	12	15.576			

* Suma de cuadrados ajustados.
 ** Cuadrados mediana ajustados.

Cuadro 5.3 ANOVA para diámetro ecuatorial en frutos verdes de la procedencia “Chiapas”, cosechados en cuatro huertas de guayabo en Calvillo, Aguascalientes.

SOURCE	DF	*ADJ SS	**ADJ MS	F-VALUE	P-VALUE
HUERTA	3	0.924	0.308	1.79	0.22
ERROR	9	1.5528	0.1725		
TOTAL	12	2.4768			

* Suma de cuadrados ajustados.
 ** Cuadrados mediana ajustados.

La procedencia “Querétaro” obtuvo frutos con diámetros polar y ecuatorial promedio de 7.52 y 4.89 mm respectivamente, sin embargo, en esta procedencia si existieron diferencias estadísticas significativas entre las huertas “1 y 2” (Cuadros 5.4 y 5.5). Alonso Bran et al., (2010) refieren que existe una correlación entre los diámetros (polar y ecuatorial) y el peso de los frutos de chile silvestre ayudando en la identificación de morfotipos. Además, aluden que el tamaño de los frutos son resultado de la interacción de varios genes (carácter hereditario), pero que pueden estar sujetos a modificaciones por factores ambientales.

Cuadro 5.4 Prueba de Fisher LSD para diámetro polar de frutos verdes de la procedencia “Querétaro”, cosechados en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
2	15	7.786	0.905	A
3	7	7.664	0.771	A B
1	5	6.53	1.282	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

*N= Número total de plantas por huerta.

Cuadro 5.5 Prueba de Fisher LSD para diámetro ecuatorial de frutos verdes de la procedencia “Querétaro”, cosechados en cuatro huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DESV	GROUPING
2	15	5.0307	0.3456	A
3	7	4.9	0.459	A B
1	5	4.466	0.506	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

La diferencia observada se atribuye principalmente al manejo dentro de las huertas, observándose que durante toda la etapa de estudio la “Huerta 1” registró escaso manejo de parte del productor, aplicando pocos riegos de auxilio (aunado al pobre drenaje al ser

un suelo arcilloso) y poca precaución hacia las plantas de chile al momento de realizar actividades de poda de guayabos y deshierbe de cajetes. En la “Huerta 2” se obtuvo un diámetro polar y ecuatorial promedio de 9.90 y 5.92 mm respectivamente (Cuadro 5.6), probablemente influido por el adecuado manejo del sitio. Lo anterior es similar a lo reportado por Martínez Torres et al., (2007) quienes encontraron frutos “alargados” de diámetros polar y ecuatorial promedio de 9 y 5 mm respectivamente.

Cuadro 5.6 Diámetros polar y ecuatorial de frutos verdes de tres procedencias de chiles silvestres en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	No. de frutos medidos	Diámetro polar de frutos verdes (mm)				Diámetro ecuatorial de frutos verdes (mm)			
		Mean	StDev	Minimum	Maximum	Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	1	8	-	8	8	5	-	5	5
H2	23	9.90	1.16	7.5	11.25	5.92	0.39	5	6.33
H3	5	10.08	0.82	9.5	10.66	5.5	0.71	5	6
H4	6	9.66	1.41	8.66	10.66	5.66	0	5.66	5.66
CHIAPAS	35	9.75	1.14	7.5	11.25	5.74	0.45	5	6.33
H1	12	6.53	1.28	5	8	4.47	0.51	4	5
H2	44	7.79	0.91	6.5	9.66	5.03	0.35	4.5	5.66
H3	21	7.76	0.77	6.66	9	4.9	0.46	4.33	5.33
H4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
QUERÉTARO	77	7.52	1.03	5	9.66	4.89	0.45	4	5.66
H1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H3	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
SONORA	0	-	-	-	-	-	-	-	-

5.4.2 Evaluación y rendimiento de calidad de frutos rojos secos (maduros).

La procedencia con mayor rendimiento de frutos rojos (secos) hasta el día 11 de noviembre fue “Querétaro” con 26.56 g (589 frutos), considerando las cuatro huertas de guayaba; mientras la procedencia “Chiapas” obtuvo un rendimiento de 11.78 g (163 frutos), 43% menos en respecto a la procedencia “Querétaro” (Cuadro 5.7).

La procedencia “Sonora” solo registró la fructificación de tres frutos en las cuatro huertas, teniendo un rendimiento de 0.16 g de frutos seco.

Cuadro 5.7 Peso de frutos rojos de tres procedencias de chiles silvestres colectados en cuatro en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	No. de plantas con fruto	Frutos rojos cosechados a 143 ddt					Peso de frutos rojos secos (g)				
		No. de frutos rojos cosechados	Mean	StDev	Minimum	Maximum	Peso total de frutos rojos (g)	Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	0	0	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-
H2	7	146	20.86	18.66	3.00	49.00	10.56	1.51	1.30	0.28	3.74
H3	1	16	16.00	-	16.00	16.00	1.18	1.18	-	1.18	1.18
H4	1	1	1.00	-	1.00	1.00	0.04	0.04	-	0.04	0.04
CHIAPAS	9	163	18.11	17.46	1.00	49.00	11.78	1.31	1.23	0.04	3.74
H1	2	2	1.00	0.00	1.00	1.00	0.03	0.02	0.00	0.02	0.02
H2	15	430	28.67	22.76	5.00	85.00	21.68	1.45	1.56	0.17	5.85
H3	9	136	15.11	11.13	1.00	30.00	4.16	0.46	0.37	0.01	1.05
H4	5	21	4.20	2.95	1.00	7.00	0.68	0.14	0.11	0.01	0.26
QUERÉTARO	31	589	19.00	19.63	1.00	85.00	26.56	0.86	1.23	0.01	5.85
H1	0	0	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-
H2	1	1	1.00	-	1.00	1.00	0.05	0.05	-	0.05	0.05
H3	0	0	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-
H4	1	2	2.00	-	2.00	2.00	0.11	0.11	-	0.11	0.11
SONORA	1	3	1.50	0.71	1.00	2.00	0.16	0.08	0.04	0.05	0.11

El análisis estadístico (ANOVA) mostró que las procedencias “Querétaro” y “Sonora” difieren significativamente ($P < 0.05$) en peso de frutos rojos secos (Cuadro 5.8). La procedencia de Querétaro fue similar a la procedencia de Chiapas, pero estadísticamente diferente a la procedencia de Sonora ($P \leq 0.05$). La procedencia de Sonora tuvo la menor productividad comparado con la procedencia de Querétaro ($p \leq 0.05$), pero similar a la que se obtuvo en la procedencia de Chiapas ($p \geq 0.05$).

Cuadro 5.8 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de tres procedencias de Chile silvestre en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

TRATAMIENTO	*N	MEAN	ST DEV	GROUPING
QUERETARO	44	1.035	1.865	A
CHIAPAS	30	0.555	1.247	A B
SONORA	34	0.00479	0.02096	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

Esta diferencia se atribuye a características fenotípicas propias de cada una de estas procedencias, donde “Sonora” no presentó las condiciones necesarias para completar su ciclo reproductivo al tener una humedad mayor que en su ambiente natural (precipitación media anual de 332.5 mm) (Miranda Zarazúa et al., 2007), registrando una precipitación media anual (2017) en el municipio de Calvillo de 702.6 mm (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2018). En cambio, la procedencia “Querétaro” que proviene de regiones con precipitaciones medias anuales de entre 450 y 770 mm (Martínez Torres et al., 2007), encontró un ambiente propicio que favoreció el desarrollo fenológico de las plantas.

Procedencia de Chiapas. Un análisis estadístico entre huertas evaluando el peso de frutos rojos reflejó que las huertas “1, 3 y 4” difieren significativamente de la “Huerta 2” (Cuadro 5.9) en el rendimiento de frutos rojos secos ($P < 0.05$), probablemente por la cantidad de plantas que fructificaron y al manejo interno de las huertas y no necesariamente a la cantidad de frutos/planta. La “Huerta 3” presentó algunas prácticas de manejo que beneficiaron a las plantas de chiltepín como la aplicación riegos (dos veces por semana cuando así lo requería), deshierbes de cajetes y monitoreo de plagas y enfermedades; sin embargo, como se mencionó en capítulos anteriores existió una fuerte presión de ganado bovino hacia las plantas de Chile que ocasionaron mortandad de algunas plantas y por lo tanto, un rendimiento menor al de la “Huerta 2”. La “Huerta 4” al igual que la “Huerta 1” presentaron un manejo mínimo (pocos riegos de auxilio, deshierbe de cajetes intermitentes y sin precaución hacia las plantas de Chile, pocas

visitas de monitoreo de parte del productor, etc.) obteniendo los rendimientos más bajos en frutos de chile. Caso contrario con la “Huerta 2”, donde se registraron prácticas de manejo de manera continua (riegos, deshierbes, podas, etc.) y donde el productor monitoreaba todos los días la evolución de las plantas de chiltepín.

Cuadro 5.9 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de la procedencia de Chiapas cosechados en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	*N	MEAN	ST DEV	GROUPING
2	11	1.367	1.771	A
3	8	0.194	0.549	B
4	9	0.00493	0.0148	B
1	2	0	0	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$).

* N= Número total de plantas por huerta.

Procedencia de Querétaro La “Huerta 2” difiere significativamente del resto de las huertas ($P < 0.05$) en el peso de frutos rojos secos (Cuadro 5.10), obteniendo el mayor rendimiento (promedio de 1.45 g/planta) y contrastando con lo obtenido en las huertas “1, 2 y 3” (promedio de 0.02, 0.14 y 0.46 g/planta respectivamente). Los resultados anteriores corresponden hasta el último día de visita a las huertas (11 de noviembre de 2017).

Cuadro 5.10 Prueba de Fisher LSD para peso de frutos rojos secos (g) de la procedencia de Querétaro en cuatro huertas de guayaba en Calvillo, Aguascalientes.

HUERTA	N	MEAN	ST DEV	GROUPING
2	15	2.435	2.632	A
3	10	0.77	0.695	B
4	10	0.1255	0.1881	B
1	9	0.00554	0.01168	B

Letras distintas indican diferencia estadística significativa, de acuerdo con pruebas de comparación de medias de Fisher LSD ($\alpha = 0,05$)

* N= Número total de plantas por huerta.

Además, en promedio los frutos rojos (secos) de la “Huerta 2” presentaron un peso promedio de 0.050 g/fruto, contrastando con la “Huerta 1” donde se registró un promedio de 0.015 g/fruto. La diferencia puede atribuirse al manejo dentro de las huertas, donde la “Huerta 1” presentó pocos riegos de auxilio y a daños causados a las plantas de chile silvestre por podas de guayabos y deshierbes de cajetes; mientras la “Huerta 2” presentó riegos y deshierbes constantes y atención de primera mano de parte del productor los 7 días de la semana. En el caso de las huertas “3 y 4” se presentaron valores similares en el peso promedio por fruto con 0.030 y 0.032 g/fruto respectivamente.

Procedencia de Sonora. Solo se obtuvieron tres frutos rojos secos en las cuatro huertas, donde dos correspondieron a la “Huerta 4” y uno a la “Huerta 2”. El poco rendimiento se atribuye a cuestiones ambientales que se presentaron en el municipio de Calvillo, específicamente a la precipitaciones que ocurrieron en el año 2017, registrándose una precipitación media anual de 702.6mm (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2018) contrastando con la precipitación media anual de las regiones productoras de chile silvestre del Río Sonora que van de los 250 hasta los 450 mm (Coronado Garcia et al., 2013, Miranda Zarazúa et al., 2007, Montes Hernández et al., 2006). Sin embargo, se han reportado regiones que llegan a tener precipitaciones medias anuales de 883 mm (Montes Hernández et al., 2006)

En lo que respecta al tamaño de los frutos rojos secos los resultados indicaron que los frutos de las procedencias “Querétaro” y “Chiapas” tienden a ser elongados. Por ejemplo, el diámetro polar y ecuatorial promedio para la procedencia “Chiapas” (que resultó ser la de mayor tamaño) fue de 9.83 y 6.11 mm, respectivamente; mientras que para la procedencia de “Querétaro” los valores promedio fueron de 7.69 mm para el diámetro polar y 4.51 para el diámetro ecuatorial (Cuadro 5.11).

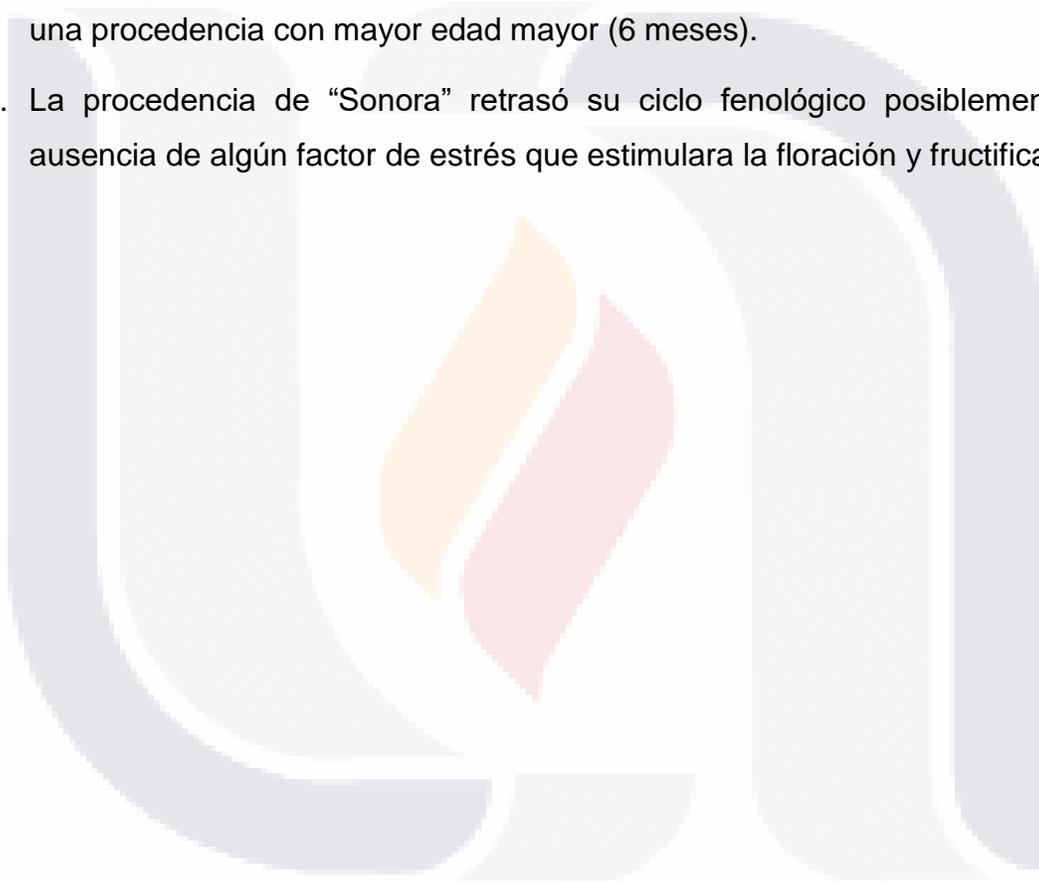
En cambio, los frutos de la procedencia “Sonora” tuvieron una tendencia a ser redondos, teniendo diámetro polar y ecuatorial promedio de 6.3 y 6.0 mm, coincidiendo con lo mencionado por (Morales Cuen et al., 2010) quienes aluden que los chiltepines de Sonora tienden a medir entre 6 y 8 mm.

Cuadro 5.11 Diámetros polar y ecuatorial de frutos rojos de tres procedencias de chiles silvestres en huertas de guayabos en Calvillo, Aguascalientes.

Huerta y procedencia	No. de frutos medidos	Diámetro polar de frutos rojos (mm)				Diámetro ecuatorial de frutos rojos (mm)			
		Mean	StDev	Minimum	Maximum	Mean	StDev	Minimum	Maximum
H1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	11	9.83	0.24	9.67	10.00	6.11	0.16	6.00	6.22
H3	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
CHIAPAS	11	9.83	0.24	9.68	10.00	6.11	0.16	6.00	6.22
H1	2	4.9	-	4.9	4.9	3.5	*	3.5	3.5
H2	168	8.12	0.89	6.60	9.68	4.64	0.39	3.75	5.20
H3	82	6.89	1.33	4.60	9.33	4.27	0.52	3.40	5.00
H4	39	6.78	0.17	6.6	7.0	4.3	0.22	4.1	4.6
QUERÉTARO	272	7.69	1.20	4.60	9.68	4.51	0.47	3.40	5.20
H1	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H2	1	6.0	-	6.0	6.0	6.0	-	6.0	6.0
H3	0	-	-	-	-	-	-	-	-
H4	2	6.5	-	6.5	6.5	6.0	-	6.0	6.0
SONORA	3	6.3	0.35	6.0	6.5	6.0	-	6.0	6.0

5.5 CONCLUSIONES

1. Los resultados de las mediciones de diámetros polares y ecuatoriales de los frutos verdes y rojos secos indican que las procedencias de “Querétaro” y “Chiapas” tienden a producir frutos elongados.
2. El manejo de las huertas fue el factor con mayor influencia en la productividad de frutos verdes y secos (rojos) en las tres procedencias evaluadas.
3. Querétaro presentó la mayor productividad de frutos debido posiblemente al ser una procedencia con mayor edad mayor (6 meses).
4. La procedencia de “Sonora” retrasó su ciclo fenológico posiblemente por la ausencia de algún factor de estrés que estimulara la floración y fructificación.



5.6 BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALONSO BRAN, R. A., ZAMABRANO CASTILLO, B., QUIROGA MADRIGAL, R., ROSALES ESQUINCA, M. D. L. Á. & PONCE DÍAZ, P. 2010. Análisis de las características morfométricas y del sitio con relación a la variabilidad del timpinchile. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1, 37 - 50.
- ALONSO BRAN, R. A., ZAMABRANO CASTILLO, B., QUIROGA MADRIGAL, R., ROSALES ESQUINCA, M. D. L. Á. & PONCE DÍAZ, P. 2012. Caracterización morfológica y molecular de la variabilidad genética del timpinchile (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum* sin. *aviculare*) en Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1, 4 - 18.
- BAÑUELOS, N., SALIDO, P. L. & GARDEA, A. 2008. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Ethnobotany of the Chiltepín: Small Royalty in the Sonoran Culture.*, 16, 177-205.
- CORONADO GARCIA, M. A., CÓRDOVA YÁNEZ, A., GARCIA PORCHAS, M., SANTIAGO HERNÁNDEZ, V. G. & VÁSQUEZ NAVARRO, R. Á. 2013. Estrategias de mercado para productos elaborados a base de chiltepín en la sierra de sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 17.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, A. Y. P. 2018. *Red de Estaciones del INIFAP* [Online]. clima.inifap.gob.mx/. Available: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx> [Accessed].
- KRAFT, K. H., DE JESÚS LUNA-RUÍZ, J. & GEPTS, P. 2013. A new collection of wild populations of *Capsicum* in Mexico and the southern United States. *Genetic resources and crop evolution*, 60, 225-232.
- LUNA RUÍZ, J. D. J. 2010. *Producción, conservación y evaluación de semilla de chile: manual para productores*, Aguascalientes, Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- MARTÍNEZ TORRES, H. L., VIBRANS LINDEMANN, H., HERNÁNDEZ, M. & CORONA TORRES, T. 2007. Etnobotánica del chile quipín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) en la Sierra Gorda y Semidesierto de Querétaro. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Botánica.

- MEDINA-MARTÍNEZ, T., VILLALÓN MENDOZA, H., LARA-VILLALÓN, M., GAONA-GARCÍA, G., TREJO-HERNÁNDEZ, L. & CARDONA-ESTRADA, A. 2000. El chile piquín del Noreste de México. *Ciudad Victoria, Tamaulipas, México: Folleto técnico. Universidad Autónoma de Tamaulipas-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Universidad Autónoma de Nuevo León, 20.*
- MIRANDA ZARAZÚA, H., MIARTÍN RIVERA, M. H., IBARRA FLORES, F. A., ROBLES PARRA, J. & VILLARRUEL SAHAGÚN, L. 2007. El chiltepín silvestre en la cuenca del río Sonora. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Costa de Hermosillo ed. México: Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Costa de Hermosillo , Fundación Produce Sonora , México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Administración.
- MONTES HERNÁNDEZ, S., RAMÍREZ MERAZ, M., VILLALÓN MENDOZA, H., MEDINA MARTINEZ, T., MORALES, A., GARCÍA CUÉN, E. H., SOTO RAMOS, J. M., LÓPEZ DE LEÓN, R., CARDONA ESTRADA, A. & MARTÍNEZ TORREZ, H. L. 2006. Conservación y aprovechamiento sostenible de chile silvestre (*Capsicum* sp, Solanaceae) en México. *Avances de Investigación, 71, 474.*
- MORALES CUEN, A., MÁRQUEZ CASTILLO, A. & MOLINA MALDONADO, C. 2010. Técnicas para el establecimiento y producción de chiltepín silvestre, bajo un sistema agroforestal en Sonora, México. *Capsicum annum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. In: TECNOLOGÍAS, T. Y. A. D. (ed.). Zapopan, Jalisco, México.: Comisión Nacional Forestal.
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERAZ, M. & POZO-CAMPODONICO, O. 2004. Tecnología de producción de chile piquín en el noreste de México. In: INIFAP (ed.) *Folleto Técnico No. 29*. Primera Edición ed. Tamaulipas, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Río Bravo.
- RODRÍGUEZ DEL BOSQUE, L., RAMÍREZ-MERÁZ, M. & POZO, C. 2003. El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noreste de México. *Memoria del 1er. Simposium regional de chile piquín: avances de investigación en*

tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. Río Bravo, Tamaulipas, México.: INIFAP-CIRNE.

SAGARPA. 2015. *Producción del chile mexicano* [Online]. www.gob.mx/sagarpa/articulos/produccion-del-chile-mexicano. Available: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/produccion-del-chile-mexicano> [Accessed 2018].

SALINAS HERNÁNDEZ, R. M., LIÉVANO LIÉVANO, E. A., ULÍN-MONTEJO, F., MERCADO, J. N. & PETIT JIMÉNEZ, D. 2010. Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annum* L.) variedad *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11.

TEWKSBURY, J. J., NABHAN, G. P., NORMAN, D., SUZÁN, H., TUXILL, J. & DONOVAN, J. 1999. In situ conservation of wild chiles and their biotic associates. *Conservation Biology*, 13, 98-107.

VALENTE MEGCHÚN-GARCÍA, J., REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A., LID DEL ANGEL-PÉREZ, A., NATAREN VELÁZQUEZ, Á. & CAPETILLO-BURELA, J. 2009. *Densidades de siembra y cubierta plástica de chile piquín intercalado en guanábana*.

VILLALON-MENDOZA, H., MEDINA-MARTINEZ, T., RAMIREZ-MERAZ, M., SOLIS URBINA, S. E. & MAITI, R. 2014. Factors Influencing the Price of Chile Piquin wild Chili (*Capsicum annum* L. var. *Glabriusculum*) of North-east Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 5, 128-131.

VILLALON-MENDOZA, H., RAMIREZ-MERAZ, M., GARZA-OCANAS, F. & MAITI, R. 2016. Value Chain of Chile Piquin Wild Chili (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) from Northeastern Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 7, 455-460.

VILLALON-MENDOZA, H., RAMIREZ-MERAZ, M., OCANAS, F. G., MAITI, R. K. & DE JESUS LUNA-RUIZ, J. 2015. Sustainable Management of Wild Chili (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) as an Alternative from Production to the Northeast of Mexico. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 6, 261-267.