



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**TESIS**

LOCALIZACIÓN, PROPAGACIÓN Y RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO DE  
*Galphimia glauca* Cav (Malpighiaceae) COLECTADA EN AGUASCALIENTES, MEX.

**PRESENTA**

M. en C. León Arturo Lozano García

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

Doctor en Ciencias Biológicas

**Comité tutorial:**

Tutor:

Dr. José de Jesús Luna Ruiz.

Asesores:

Dr. Joaquín Sosa Ramírez

Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores

**Aguascalientes, Ags. Noviembre 2024.**

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **LEÓN ARTURO LOZANO GARCÍA** con ID 98927 quien realizó la tesis titulada: "**LOCALIZACIÓN, PROPAGACIÓN Y RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO DE *Galphimia glauca Cav (Malpighiaceae)* COLECTADA EN AGUASCALIENTES, MEX**", un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del 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 10 de junio de 2024.



---

Dr. José de Jesús Luna Ruiz  
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como Asesor designado del estudiante **LEÓN ARTURO LOZANO GARCÍA** con ID 98927 quien realizó la tesis titulada: **"LOCALIZACIÓN, PROPAGACIÓN Y RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO DE *Galphimia glauca Cav (Malpighiaceae)* COLECTADA EN AGUASCALIENTES, MEX"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del 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 10 de junio de 2024.



---

Dr. Joaquín Sosa Ramírez  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

M. EN C. JORGE MARTÍN ALFÉREZ CHÁVEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como Asesor designado del estudiante **LEÓN ARTURO LOZANO GARCÍA** con ID 98927 quien realizó la tesis titulada: **"LOCALIZACIÓN, PROPAGACIÓN Y RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO DE *Galphimia glauca* Cav (*Malpighiaceae*) COLECTADA EN AGUASCALIENTES, MEX"**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del 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 10 de junio de 2024.



---

Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO**



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 28 de noviembre de 2024

**NOMBRE:** León Arturo Lozano García **ID** 98927

**PROGRAMA:** Doctorado en Ciencias Biológicas, Modalidad Tradicional **LGAC (del posgrado):** Ecología y Biodiversidad

**TIPO DE TRABAJO:** ( X ) Tesis ( ) Trabajo Práctico

**TÍTULO:** Localización, propagación y respuesta al manejo agronómico de *Galphimia glauca* Cav. (Malpighiaceae) colectada en Aguascalientes, Méx.

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):**

El impacto social de la tesis se basa, principalmente, en la investigación sobre la propagación y respuesta al manejo agronómico de la especie bajo estudio, la cual tiene metabolitos bioactivos. En el trabajo, no se detectó la presencia de galfiminas y galfimidinas en las muestras consideradas; no obstante, se sugiere que se efectúen más exploraciones fitoquímicas para identificar y analizar la actividad biológica de los compuestos que presenta, los cuales pueden ser de interés farmacológico e industrial.

**INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:**

**Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:**

SI	El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI	Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
NO	Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI	Cumple con la ética para la Investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

**El egresado cumple con lo siguiente:**

SI	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI	Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutoral, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.	Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI	Coincide con el título u objetivo registrado
SI	Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI	Tiene el CVU del Conacyt actualizado
SI	Tiene el artículo egresado o publicado y cumple con los requisitos Institucionales (en caso que proceda)

**En caso de Tesis por artículos científicos publicados**

	Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
	El estudiante es el primer autor
	El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
	En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de Investigación.
	Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
	La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

SI  X

No

**FIRMAS**

**Elaboró:**

\* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

Dr. Gilberto Alejandro Ocampo Acosta

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:

Dr. Gilberto Alejandro Ocampo Acosta

\* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del IAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutoral, designado por el Decano

**Revisó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Dr. Alejandro Padilla Díaz

**Autorizó:**

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

M. en C. Jorge Martín Alférez Chávez

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar a seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.  
Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15  
Actualización: 01  
Emisión: 28/04/20

### Evidencia de visto bueno de publicación de artículo científico por la RMCF

#### [RMCF] Decisión del Editor



Marisela Cristina Zamora Martínez <cienciasforestales@inifap.gob.mx>  
Para: Usted: José de Jesús Luna Ruiz Luna Ruiz

Mar 26/11/2024 12:41 PM

León Arturo Lozano García, José de Jesús Luna Ruiz Luna Ruiz:

Hemos tomado una decisión sobre su envío en Revista Mexicana de Ciencias Forestales, "Caracterización ecológica y fitoquímica de poblaciones naturales de Galphimia spp. en Aguascalientes".

Nuestra decisión es: Aceptar el envío

#### Revista Mexicana de Ciencias Forestales

<https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/>

**Notificaciones**

**[RMCF] Decisión del Editor**

26-11-2024 06:41 PM

León Arturo Lozano García, José de Jesús Luna Ruiz Luna Ruiz:

Hemos tomado una decisión sobre su envío en Revista Mexicana de Ciencias Forestales, "Caracterización ecológica y fitoquímica de poblaciones naturales de Galphimia spp. en Aguascalientes".

Nuestra decisión es: Aceptar el envío

Revista Mexicana de Ciencias Forestales  
<https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/>

#### Dictamen final

##### Participantes

- Marisela Cristina Zamora Martínez (admin)
- León Arturo Lozano García (lozanogarcia)
- Angel Emmanuel Cruz Estrada (acruzestrada)

##### Mensajes

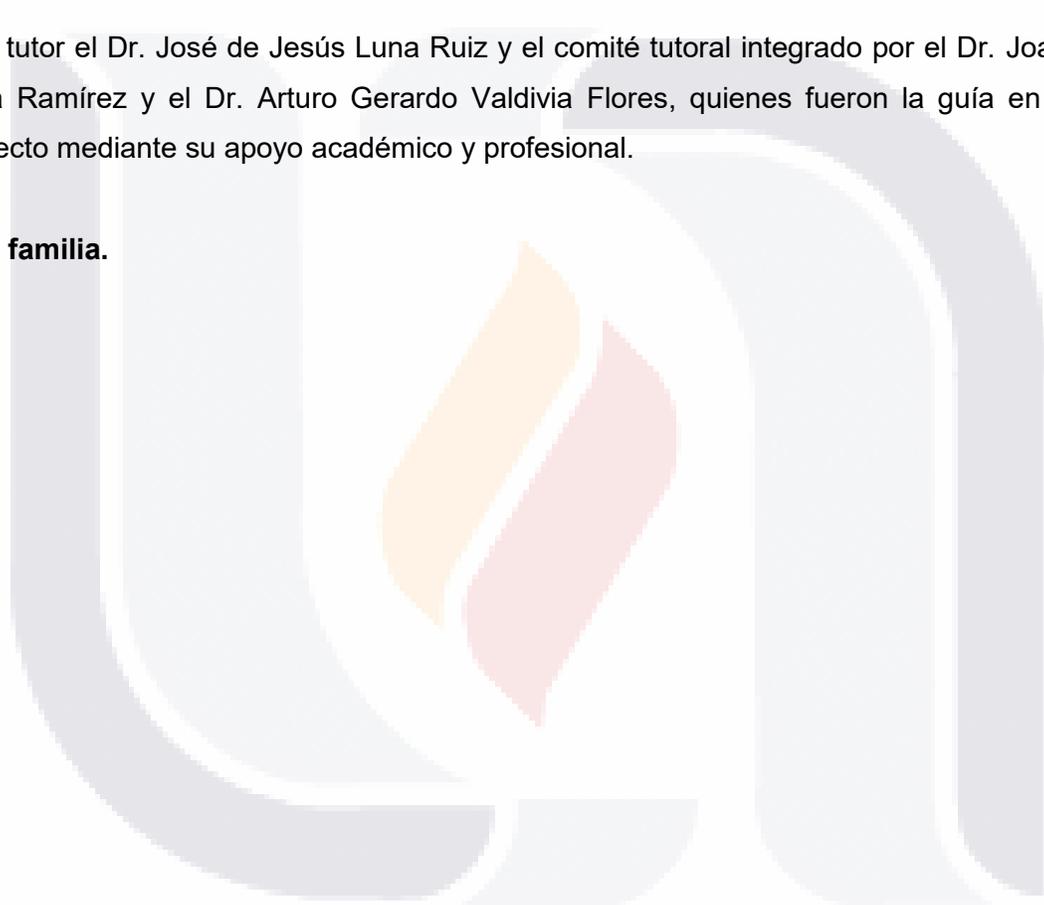
Nota	De
Estimado autor, Le agradezco mucho sus correcciones. Doy por concluida la revisión del escrito.	acruzestrada 26-11-2024 05:50 PM
Dictamen final: Los autores han cumplido con las correcciones y observaciones señaladas. Por lo tanto, el artículo puede continuar con el proceso para su publicación.	
Muchas gracias Dr. Agradecemos sobre manera su valioso apoyo y disposición. Contiuamos el proceso	admin 26-11-2024 06:38 PM
Muchas gracias por el tiempo dedicado, es una gran noticia para nosotros que el artículo continúe con el proceso para publicación. ¿Será posible extender algún documento expedido por ustedes sobre este dictamen como evidencia académica ante CONAHCYT?	lozanogarcia 27-11-2024 09:27 PM
Claro que sí Dr. En cuanto le asignen fecha de publicación, con gusto le podemos enviar una carta-constancia.	admin 28-11-2024 03:49 PM

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca otorgada con número 446401. A la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en especial al Centro de Ciencias Básicas y Centro de Ciencias Agropecuarias por el uso de sus instalaciones y equipo y a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos por el apoyo otorgado en el uso de sus instalaciones y equipo para realizar los análisis.

A mi tutor el Dr. José de Jesús Luna Ruiz y el comité tutorial integrado por el Dr. Joaquín Sosa Ramírez y el Dr. Arturo Gerardo Valdivia Flores, quienes fueron la guía en este proyecto mediante su apoyo académico y profesional.

**A mi familia.**



ÍNDICE

Contenido

**PRESENTACIÓN GENERAL DE LA TESIS** ..... 10

**RESUMEN** ..... 10

**ABSTRACT** ..... 11

**INTRODUCCIÓN GENERAL** ..... 12

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** ..... 13

**HIPÓTESIS** ..... 13

**OBJETIVO** ..... 13

        Objetivo general ..... 13

        Objetivos específicos ..... 13

**REFERENCIAS** ..... 14

**CAPITULO 1. LOCALIZACIÓN DE SITIOS CON PRESENCIA DE GALPHIMIA GLAUCA EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, DESCRIPCIÓN DE SU CONDICIÓN Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DONDE SE ENCUENTRA.** ..... 16

**RESUMEN** ..... 17

**INTRODUCCIÓN** ..... 17

*Galphimia glauca* ..... 17

**MATERIALES Y MÉTODOS** ..... 22

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN** ..... 27

*Sitio Aguascalientes* ..... 28

*Sitio Jesús María* ..... 32

*Sitio Calvillo* ..... 36

*Sitio San José de Gracia* ..... 40

**CONCLUSIÓN** ..... 44

**REFERENCIAS** ..... 45

**CAPITULO 2. DETERMINACIÓN DE POBLACIONES ACTIVAS DEL FITOQUÍMICO GALPHIMINA B.** ..... 49

**RESUMEN** ..... 50

**INTRODUCCIÓN** ..... 50

*Composición química de G. glauca* ..... 50

Galphimina-B.....	51
<b>Presencia de galphimina-B</b> .....	52
<b>Efectos de galphimina-B</b> .....	52
<b>Métodos de extracción y cuantificación de la galphimina-B</b> .....	59
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	59
Extracto etanólico partiendo de material vegetal de la especie <i>G. glauca</i> .....	59
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	64
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	65
<b>REFERENCIAS</b> .....	66
<b>CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA PRODUCCIÓN DE PLANTA DE GALPHIMIA GLAUCA A PARTIR DE SEMILLAS Y VARETAS</b> .....	70
<b>RESUMEN</b> .....	71
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	71
Manejo y aprovechamiento de <i>G. glauca</i> .....	71
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	72
<b>Colecta de semilla y varetas</b> .....	72
<b>Evaluación de semilla en laboratorio</b> .....	73
<b>Permeabilidad de la semilla</b> .....	74
<b>Viabilidad de la semilla</b> .....	74
<b>Germinación de la semilla</b> .....	75
<b>Evaluación en planta producida por semilla</b> .....	77
<b>Evaluación en planta producida por vareta</b> .....	80
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	83
<b>Semilla</b> .....	83
<b>Permeabilidad de la semilla</b> .....	84
<b>Viabilidad de la semilla</b> .....	85
<b>Germinación de la semilla</b> .....	85
<b>Desempeño de la planta producida por semilla</b> .....	88
<b>Vareta</b> .....	91
<b>Desempeño de la planta producida por vareta</b> .....	91
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	94
<b>REFERENCIAS</b> .....	96

**CAPITULO 4. RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO Y PERFIL QUÍMICO DE LAS PROCEDENCIAS DE GALPHIMIA GLAUCA PROPAGADAS POR SEMILLA..... 99**

**RESUMEN..... 100**

**INTRODUCCIÓN..... 100**

**MATERIALES Y MÉTODOS..... 101**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 105**

*Raíz..... 105*

*Altura de planta..... 106*

*Ramas laterales ..... 112*

*Numero de hojas ..... 113*

*Floración..... 119*

*Diámetro del tallo ..... 119*

**CONCLUSIÓN..... 127**

**REFERENCIAS ..... 128**

**CONCLUSIÓN GENERAL ..... 131**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación de preguntas de *G. glauca* aplicadas. 27

Tabla 2. Caracterización del sitio Aguascalientes con presencia de *G. glauca*. 28

Tabla 3. Caracterización del sitio Jesús María con presencia de *G. glauca*. 32

Tabla 4. Caracterización del sitio Calvillo con presencia de *G. glauca*. 36

Tabla 5. Caracterización del sitio San José de Gracia con presencia de *G. glauca* 40

Tabla 6. Efectos farmacológicos de Galphimina-B probados in vivo en modelos animales. 53

Tabla 7. Ensayos clínicos en humanos para tratar los trastornos relacionados con las ansiedades reportadas para Galphimia glaucac 56

Tabla 8. Localización geográfica de los sitios de muestreo 72

Tabla 9. Características de individuos donadores. 73

Tabla 10. Tratamientos aplicados a las semillas para evaluar germinación 75

Tabla 11. Tratamientos en semillas sembradas 77

Tabla 12. Procedimiento de colecta y manejo de material vegetativo 80

Tabla 13. Tratamientos en varetas 82

Tabla 14. Variables evaluadas en producción vegetativa. 82

Tabla 15. Numero de arbustos muestreados por sitio y cantidad de material de propagación colectado 83

Tabla 16. Peso antes y después imbibición sin cascara 84

Tabla 17. Peso antes y después imbibición con cascara 84

Tabla 18. Viabilidad en semillas con cascara 85

Tabla 19. Viabilidad en semillas sin cascara 85

Tabla 20. Numero de arbustos muestreados por sitio y cantidad de material de propagación colectado 91

Tabla 21. Porcentaje de sobrevivencia de varetas en tratamientos 91

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Fotografía de *Galphimia glauca* 18
- Figura 2: Distribución y estatus de *Galphimia glauca* mundial. 18
- Figura 3. Distribución en México de *G. glauca* de acuerdo a Anderson (2007), Villareal (2014). El color gris indica los estados con su presencia. 1. Jalisco; 2. Zacatecas; 3. Aguascalientes; 4. Guanajuato; 5. Querétaro; 6. San Luis Potosí; 7. Nuevo León; 8. Tamaulipas; 9. Guerrero; 10. Morelos; 11. Hidalgo. 19
- Figura 4. Distribución en Aguascalientes de *G. glauca* de acuerdo a Siqueiros Delgado (2020). El color gris indica los municipios con su presencia. 1. Aguascalientes; 2. Calvillo; 3. Jesús María; 4. San José de Gracia. 19
- Figura 5. Provincias biogeográficas presentes en el estado de Aguascalientes 20
- Figura 6. Evidencias de sobrepastoreo en ecosistemas con presencia de *G. glauca*. 21
- Figura 7: Instalaciones del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 22
- Figura 8: Autentificación de especímenes de *G. glauca* y depósito en herbario 23
- Figura 9: herramientas usadas para el levantamiento de los puntos geográficos de los sitios. 23
- Figura 10: herramientas físicas y digitales para caracterizar los sitios con presencia de *G. glauca*. 24
- Figura 11: Toma de muestras de suelo de los sitios con presencia de *G. glauca* y procesamiento en lab. 25
- Figura 12: Medición de las características morfológicas generales de los ejemplares muestreados. 25
- Figura 13: Medición de las características morfológicas específicas de los ejemplares muestreados. 26
- Figura 14: Medición temporal de las características fenológicas de *G. glauca in situ*. 26
- Figura 15. Procedencias de *G. glauca* estudiadas según su ubicación biogeografía en el estado y Tipo de vegetación en los puntos de procedencia acorde a Siqueiros (2017). Fuente: Elaboración propia 2022. 28
- Figura 16. Lista de galphiminas A – I identificados en *G. glauca*. 51
- Figura 17: Estructura química de Galphimina-B 52
- Figura 18. Secado de material vegetal colectado (hojas). 60
- Figura 19. Molienda de material vegetal (hojas), por procedencia. 60
- Figura 20. Pesaje de material vegetal molido y preparación de mezcla con solvente. 61
- Figura 21. Agitado, sonicado y centrifugado de las muestras tratadas. 61

- Figura 22. Filtrado, evaporación, envasado y almacenaje de los extractos. 62
- Figura 23. Procedimiento cromatográfico realizado en laboratorio. 63
- Figura 24. Equipo cromatográfico en capa fina de alto rendimiento (CLAE), utilizado en laboratorio. 63
- Figura 25. Revelado del perfil químico de extractos de ejemplares silvestres mediante placa cromatográfica. AGS (Aguascalientes), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina). 64
- Figura 26. Separación de galphiminas por CLAE en extractos etanólicos de cuatro poblaciones de *G. glauca*. Aguascalientes (AGS), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina). 65
- Figura 27. Almacenaje de semillas colectadas. 74
- Figura 28. Pesaje de semillas antes y después de imbibición. 74
- Figura 29. Tratamiento y siembra de semillas en contenedor 76
- Figura 30. Incubación de unidades experimentales en cámara de germinación 76
- Figura 31. presencia de radícula en semillas germinadas para su conteo 77
- Figura 32. Vivero de investigación del CCA y sembrado de semillas en charola 78
- Figura 33. Emergencia de plántula de *G. glauca* en vivero. 78
- Figura 34. Evaluación del desarrollo da las plántulas de *G. glauca* en vivero. 79
- Figura 35. Desarrollo foliar como evidencia de prendimiento de varetas 83
- Figura 36. Porcentaje de germinación por procedencias y tratamientos. 86
- Figura 37. Porcentaje de germinación en procedencia de AGS en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento. 86
- Figura 38. Porcentaje de germinación en procedencia de C en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento. 87
- Figura 39. Porcentaje de germinación en procedencia de JM en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento. 87
- Figura 40. Porcentaje de germinación en procedencia de SJG en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento. 88
- Figura 41. Porcentaje de sobrevivencia en plántula por procedencia y tratamientos después de 6 meses de siembra. 89
- Figura 42. Evaluación de la calidad de la planta por procedencia, después de 4 meses de siembra. 90

Figura 43. Variables de calidad evaluadas altura y diámetro basal por procedencia y tratamiento, después de 4 meses de siembra. 90

Figura 44. Porcentaje de sobrevivencia en varetas por procedencia en sustratos 1 y 2 en latencia temprana. 92

Figura 45. Porcentaje de sobrevivencia en varetas por procedencia en sustratos 1 y 2 en latencia tardía. 93

Figura 46. Porcentaje de planta propagada por vareta colectada en latencia tardía, clasificada por calidad. 93

94

Figura 47. Porcentaje de variables evaluadas para calidad entre sustratos en etapa de latencia tardía. 94

Figura 48. Programa de producción y manejo de ejemplares de *G. glauca* para experimento. 103

Figura 49. Evaluación morfológica, medición de altura de la planta, conteo de tallos y diámetro del tallo. 104

Figura 50. Manejo agronómico de planta de *G. glauca* bajo 4 tipos de intensidad de luz, malla sombra, micro túnel, luz directa y nodriza.

Figura 51. Medición, evaluación y caracterización de raíz al momento del trasplante. 105

Figura 52. Longitudes promedio de raíz por grupo evaluado. 105

Figura 53. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación entre procedencias por grupo experimental. 106

Figura 54. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación entre procedencias por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 107

Figura 55. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Aguascalientes por grupo experimental. 108

Figura 56. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Aguascalientes por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 108

Figura 57. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Jesús María por grupo experimental. 109

Figura 58. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Jesús María por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 109

Figura 59. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental. 110

Figura 60. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 110

Figura 61. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de San José de Gracia por grupo experimental. 111

Fuente: Elaboración propia. 111

Figura 62. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 112

Fuente: Elaboración propia. 112

Figura 63. Cantidad promedio de ramas por planta entre procedencias por grupo. 112

Figura 64. Cantidad promedio de ramas por planta entre procedencias por grupo experimental a partir del segundo trasplante. 113

Figura 65. Cantidad promedio de hojas por planta entre procedencias por grupo. 114

Figura 66. Cantidad promedio de hojas por planta entre procedencias por grupo posterior al segundo trasplante. 114

Figura 67. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Aguascalientes por grupo de tiempo. 115

Figura 68. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante. 115

Figura 69. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Jesús María por grupo de tiempo. 116

Figura 70. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Jesús María por grupo posterior al segundo trasplante. 116

Figura 71. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo de tiempo. 117

Figura 72. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo posterior al segundo trasplante. 117

Figura 73. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo de tiempo. 118

Figura 74. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia San José de Gracia por grupo posterior al segundo trasplante. 118

Figura 75. Inicio de floración en ejemplares producidos con manejo agronómico bajo malla sombra. 119

Figura 76. Diámetro promedio de tallo por planta entre procedencias por grupo. 120

Figura 77. Diámetro promedio del tallo por planta entre procedencias por grupo posterior al segundo trasplante. 120

Figura 78. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Aguascalientes por grupo. 121

Figura 79. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante. 121

Figura 80. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Jesús María por grupo. 122

Figura 81. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante. 122

Figura 82. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Calvillo por grupo. 123

Figura 83. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia Calvillo por grupo posterior al segundo trasplante. 123

Fuente: Elaboración propia. 123

Figura 84. Diámetro promedio de tallo de la procedencia San José de Gracia por grupo. 124

Figura 85. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia San José de Gracia por grupo posterior al segundo trasplante. 124

Figura 86. Prueba de cromatografía para determinar el perfil químico de los extractos de ejemplares con manejo agronómico. 125

Figura 87. Separación de galphiminas por CLAE en extractos etanólicos de cuatro poblaciones con manejo de *G. glauca*. Aguascalientes (AGS), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina). 126

# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## PRESENTACIÓN GENERAL DE LA TESIS

### RESUMEN

*Galphimia glauca* es una especie perteneciente a la familia Malpighiaceae, se distribuye en algunos estados del centro de México. Estudios clínicos y de laboratorio han reportado que comunidades silvestres de *G. glauca* de ciertas localidades ubicadas en Guanajuato, Guerrero, Morelos y Querétaro, presentan metabolitos bioactivos como triterpenos galfiminas, galfinas y galfimidinas con propiedades sedantes y ansiolíticas de interés nacional e internacional. Para el caso de las poblaciones naturales de *G. glauca* reportadas en Aguascalientes el conocimiento referente a su situación y características ecológicas es muy escaso y para la información de sus condiciones fitoquímicas y de manejo agronómico tendiente a su aprovechamiento es prácticamente nula. Por ende, el objetivo del presente estudio fue generar información ecológica, morfológica y fitoquímica de poblaciones naturales y ejemplares con manejo de *G. glauca* de cuatro sitios de Aguascalientes localizados en los municipios de Aguascalientes, Jesús María, Calvillo y San José de Gracia. Para las poblaciones silvestres se evaluaron condiciones ecológicas mediante un inventario para reconocimiento del sitio, las características morfológicas acorde a la metodología propuesta por el International Plant Genetic Resources Institute y claves taxonómicas especializadas, mientras que los ejemplares con manejo fueron propagados y evaluados en base a manuales de producción de CONAFOR; SEMARNAT y autores enfocados a propagación de planta forestal. Para analizar las características fitoquímicas, de los ejemplares silvestres como los sometidos a manejo se tomaron muestras vegetales de cada población para determinar la presencia de triterpenos mediante técnicas cromatográficas en capa fina automatizada y de líquidos de alta resolución. Los sitios con presencia de *Galphimia glauca* en el estado mostraron algún grado de disturbio y diferencias ambientales en suelo y vegetación. Las características morfológicas y fenológicas no detectaron diferencias entre poblaciones. Se encontró que las semillas de esta especie presentan algún tipo de latencia, limitando su propagación por su bajo porcentaje de germinación, mismo que se puede incrementar con escarificación física y tratamientos hormonales, obteniendo diferencias significativas en las características morfológicas como altura, ramas laterales, diámetro del tallo y cantidad de hojas en los ejemplares con manejo agronómico que aquellos que no lo tuvieron. El análisis del perfil fitoquímico no mostró presencia de galfiminas y de galfimidinas en las poblaciones silvestres ni en aquellos ejemplares que se desarrollaron bajo control, al ser el primer

estudio de este tipo para esta especie en el estado de Aguascalientes, se requieren estudios más amplios para identificar y analizar la actividad biológica de los compuestos bioactivos de interés farmacológico e industrial en una producción a escala.

## **ABSTRACT**

*Galphimia glauca* is a species belonging to the Malpighiaceae family, it is distributed in some states in central Mexico. Clinical and laboratory studies have reported that wild communities of *G. glauca* from certain localities located in Guanajuato, Guerrero, Morelos and Querétaro, present bioactive metabolites such as triterpenes galphimines, gal fines and gal fimidines with sedative and anxiolytic properties of national and international interest. In the case of the natural populations of *G. glauca* reported in Aguascalientes, the knowledge regarding its situation and ecological characteristics is very scarce and the information on its phytochemical conditions and agronomic management aimed at its use is practically non-existent. Therefore, the objective of the present study was to generate ecological, morphological and phytochemical information on natural populations and managed specimens of *G. glauca* from four sites in Aguascalientes located in the municipalities of Aguascalientes, Jesús María, Calvillo and San José de Gracia. For wild populations, ecological conditions were evaluated through an inventory for site recognition, morphological characteristics according to the methodology proposed by the International Plant Genetic Resources Institute and specialized taxonomic keys, while managed specimens were propagated and evaluated based on manuals. CONAFOR production; SEMARNAT and authors focused on forest plant propagation. To analyze the phytochemical characteristics of both wild and managed specimens, plant samples were taken from each population to determine the presence of triterpenes using automated thin layer and high-resolution liquid chromatographic techniques. The sites with the presence of *Galphimia glauca* in the state showed some degree of disturbance and environmental differences in soil and vegetation. Morphological and phenological characteristics did not detect differences between populations. It was found that the seeds of this species present some type of dormancy, limiting their spread due to their low germination percentage, which can be increased with physical scarification and hormonal treatments, obtaining significant differences in morphological characteristics such as height, lateral branches, diameter of the stem and number of leaves in the specimens with agronomic management than those that did not have it. The analysis of the phytochemical profile did not show the presence of

galfimines and galfimidines in the wild populations or in those specimens that developed under control. Being the first study of this type for this species in the state of Aguascalientes, larger studies are required to identify and analyze the biological activity of bioactive compounds of pharmacological and industrial interest in scale production.

## INTRODUCCIÓN GENERAL

A nivel mundial y desde tiempos inmemoriales el hombre se ha ayudado de la naturaleza para satisfacer sus necesidades básicas y crear mejores condiciones de vida. El empleo de la botánica medicinal es probablemente tan antiguo como el hombre mismo (*Chevalier, 1996*), teniendo antecedentes de su uso en diferentes culturas antiguas (*White-Olascoaga et al., 2013*). En la actualidad el estudio de las plantas medicinales adquiere mucho interés en el medio médico y científico internacional (*Scarborough, 1991*) en parte, por el retorno generalizado de la sociedad hacia lo natural, aunado a los factores del descubrimiento de efectos adversos en fármacos sintéticos (*Goetz, 1999*), el avance en el conocimiento químico, farmacológico y clínico de las drogas vegetales y sus productos derivados, el desarrollo de métodos analíticos que facilitan el control de la calidad, el desarrollo de nuevas formas de preparación y administración de los medicamentos fitoterapéuticos (*Iglesias, et al., 2022*). En México el uso de las plantas medicinales es muy antiguo (*Martínez et al., 1996*) y hasta nuestros días se ha convertido en una práctica común y de importancia (*Ryesky, 1976*), contando con una extensa variedad de fitomedicamentos (*Barragán, 2006*) y ocupando el segundo lugar a nivel mundial en el número de plantas medicinales registradas (*Rodríguez y Betancourt, 1989*). Dentro de estas se encuentra la *Galphimia glauca Cav* la cual es endémica de México y se distribuye en la parte Occidental, El Altiplano, El Bajío y algunos estados del centro como Aguascalientes (*Anderson, 2007*). *G. glauca* ha presentado un gran interés a nivel mundial por sus extractos vegetales, principalmente la Galfimina-B la cual tiene propiedades sedantes y ansiolíticas (*Sharma, et al 2012*). Varios estudios y ensayos clínicos de esta planta y sus derivados (*García-Navas 2017*), han concluido que estos se encuentran en bajas concentraciones y su presencia y acumulación dependen de la genética de la especie y de variables ecológicas (*Villareal, et al 2014*), sin embargo no existen antecedentes del manejo agronómico *ex-situ* de esta especie, poniendo en contexto la necesidad de realizar investigación en función del proceso de producción, propagación, aprovechamiento y conservación, con el fin de generar la información tendiente a reducir el impacto al medio ambiente y estandarizar el manejo de

esta especie, obteniendo plantas con mejor rendimiento vegetal y componentes con principios activos en mayor cantidad y calidad.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

*Galphimia glauca*, es una especie de interés mundial por los componentes obtenidos de ella, especialmente la Galfiminia-B (Tortoriello, y Lozoya., 1992). Sin embargo, su aprovechamiento de manera silvestre presenta la limitante de variar sus concentraciones fitoquímicas debido a factores ambientales (Cardozo et al., 2008), dando como resultado la escasez de este principio sedante para la realización de investigaciones farmacológicas y toxicológicas (Lozada-Lechuga, et al., 2010). A nivel nacional se reportan varios trabajos realizados en laboratorio derivados de esta especie (Prieto y Monturiol., 2016), pero prácticamente no existe información para poblaciones naturales acerca de su manejo agronómico como cultivo (Sharma et al., 2012), y si bien con anterioridad se han reportado investigaciones en relación con la presencia de compuestos activos en *G. glauca* de algunas localidades de la república mexicana (Villareal, et al 2014), para el caso de Aguascalientes no existen estudios sobre los ejemplares silvestres, generando la necesidad de desarrollar conocimientos de aprovechamiento *ex-situ*, tendientes a la producción, propagación, desarrollo vegetal y homogenización de los extractos químicos de esta especie.

## **HIPÓTESIS**

H1. Los ejemplares de *G. glauca* endémicos del estado de Aguascalientes producen G-B.  
H2. Los ejemplares de *G. glauca* endémicos del estado de Aguascalientes responden favorablemente al manejo agronómico *ex-situ* y producen cantidades variables de G-B.

## **OBJETIVO**

### **Objetivo general**

Generar información ecológica y sobre la respuesta al manejo agronómico de *G. glauca* colectada en Aguascalientes

### **Objetivos específicos**

1. Localizar los sitios con presencia de *G. glauca* en el estado de Aguascalientes y describir su condición y las características ambientales donde se encuentra (Capítulo 1).

2. Determinar si son poblaciones activas al fitoquímico Galphimina-B (Capitulo 2).
3. Evaluar métodos para producción de planta de *G. glauca* a partir de semillas y varetas (Capitulo 3).
4. Evaluar la respuesta al manejo agronómico de las procedencias de *G. glauca* propagadas por semillas (Capitulo 4).

El presente trabajo consta de cuatro capítulos enfocados a los objetivos específicos del proyecto.

- El primer capítulo trata sobre el trabajo realizado en campo y laboratorio para categorizar y clasificar el estatus de los ejemplares silvestres de *G. glauca* presentes en el estado de Aguascalientes, así como describir su condición y las características ambientales de los sitios donde se encuentran.
- El segundo capítulo presenta la metodología seguida y los resultados obtenidos en laboratorio para conocer las condiciones fitoquímicas de las poblaciones silvestres de Aguascalientes.
- El tercer capítulo explica métodos y técnicas de propagación *ex-situ* para esta especie en laboratorio y campo y la evaluación de los mismos para determinar el de mayor eficiencia.
- Finalmente, el cuarto capítulo abarca el proceso del manejo agronómico aplicado a esta especie enfocado a la producción y obtención de mejores ejemplares en el aspecto morfológico y fitoquímico, tendiente a su aprovechamiento.

## REFERENCIAS

- Anderson, Christiane. Revision of Galphimia (Malpighiaceae). (2000). Contributions from the University of Michigan Herbarium, 25, 1-82. 2007.
- Barragán Solís, Anabella, (2006), "La práctica de la autoatención por fitoterapia en un grupo de familias mexicanas", en Archivos en Medicina Familiar, vol. 8, pp. 155-162.
- Cardoso-Taketa, A. T., R. Pereda-Miranda, Y. H. Choi, R. Verpoorte and M. L. Villarreal. (2008). Metabolic profiling of the Mexican anxiolytic and sedative plant Galphimia glauca using nuclear magnetic resonance spectroscopy and multivariate data analysis. Planta Medica Journal 74(10):1295-1301. DOI: 10.1055/s-2008-1074583
- Chevallier, A. (1996). The encyclopedia of medicinal plants.

- García-Navas, N. G. (2017). Facultad de farmacia(Doctoral dissertation, Universidad Complutense).
- Goetz, P. (1999) Z. Phytother. 20: 320-8
- Iglesias, D., Donato Capote, M. D., Méndez Tenorio, A., Valdivia, A. V., Gutiérrez-García, C., Paul, S., ... & Sharma, A. (2022). Identification of putative candidate genes from *Galphimia* spp. Encoding enzymes of the galphimines triterpenoids synthesis pathway with anxiolytic and sedative effects. *Plants*, 11(14), 1879.
- Lozada-Lechuga, J., Villarreal, M. L., Fliniaux, M. A., Bensaddek, L., Mesnard, F., del Carmen Gutiérrez, M., & Cardoso-Taketa, A. T. (2010). Isolation of jacaranone, a sedative constituent extracted from the flowers of the Mexican tree *Ternstroemia pringlei*. *Journal of ethnopharmacology*, 127(2), 551-554.
- Martínez, M. J., Betancourt Badell, J., & Alonso González, N. (1996). Ausencia de actividad antimicrobiana de un extracto acuoso liofilizado de *Áloe vera* (sábila). *Revista cubana de plantas medicinales*, 1(3), 18-20.
- Prieto, J. M., & Monturiol, C. (2016). Potencial antialérgico y ansiolítico de la *Galphimia glauca*. *Rev. fitoter*, 49-55.
- Rodríguez Ortiz, Imelda et al., 1989, "La medicina tradicional en el contexto de la filosofía de la cultura", en *Memorias del Tercer Coloquio de Medicina Tradicional Mexicana "Un Saber en Discusión"*, Escuela Nacional de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 59-64.
- Ryesky, Diana, *Conceptos tradicionales de la medicina en un pueblo mexicano. Un análisis antropológico*, (trad. Yolanda Sassoon), México, Sepsetentas, (1976).
- Sharma A., Cardoso-Taketa, A., CHoi, YH., Verpoorte R., Villareal ML. (2012) A comparison on the metabolic profiling of the Mexican anxiolytic and sedative plant *Galphimiaglauca* fou years later: *Journal of Ethnopharmacology*, 141:964-974.
- Scarborough, J. (1991). *Introduction to Folklore and Folk Medicines*. Herbalgram, 24:24-29
- Tortoriello, J., & Lozoya, X. (1992). Effect of *Galphimia glauca* methanolic extract on neuropharmacological tests. *Planta médica*, 58(03), 234-236.
- Villarreal, M. L., Cardoso-Taketa, A., Ortíz, A., & Sharma, A. (2014). Biotecnología para producir medicinas de plantas mexicanas. *Revista Digital Universitaria*, 15(8), 1-15.
- White-Olascoaga, L., Juan-Pérez, J. I., Chávez-Mejía, C., & Gutiérrez-Cedillo, J. G. (2013). Flora medicinal en San Nicolás, municipio de Malinalco, Estado de México. *Polibotánica*, (35), 173-206.

**CAPITULO 1. LOCALIZACIÓN DE SITIOS CON PRESENCIA DE  
GALPHIMIA GLAUCA EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES,  
DESCRIPCIÓN DE SU CONDICIÓN Y CARACTERÍSTICAS  
AMBIENTALES DONDE SE ENCUENTRA.**

## RESUMEN

En el estado de Aguascalientes, los registros sobre plantas medicinales son muy pocos, y se enfocan en zonas determinadas dentro del estado, como la región semiárida, señalando al menos 196 especies de plantas a las que se les adjudican propiedades medicinales. Dentro de la flora reportada para el estado se encuentra *Galphimia glauca* (Cav.) Kuntze (Malpighiaceae), de la cual la información es muy escasa, catalogándola como nativa sin algún tipo de riesgo, asociada a zonas de disturbio antropogénico, con suelos pobres y vegetación perturbada. Sin embargo, no se cuenta con una caracterización ecológica por sitio donde se reporte su presencia, por lo anterior, el objetivo de este capítulo es localizar los sitios con presencia de poblaciones naturales de *G. glauca* en el estado de Aguascalientes y describir su condición y las características ambientales donde se encuentran. Se evaluaron condiciones ecológicas mediante un inventario para reconocimiento del sitio, se caracterizó morfológicamente acorde a la metodología propuesta por el International Plant Genetic Resources Institute y claves taxonómicas especializadas. Los resultados arrojaron que, los sitios con presencia de *G. glauca* en Aguascalientes presentan cierta degradación, y si bien existen diferencias biogeográficas y ecológicas entre estos lugares, no son marcadas para los factores de distribución de los individuos, no influyendo en la morfología, fisiología y fenología de los ejemplares, presentando y expresando similitudes en atributos de la especie, y descartando con esto algún tipo de mutación o especiación entre los ejemplares establecidos en los cuatro espacios geográficos.

## INTRODUCCIÓN

### ***Galphimia glauca***

*Galphimia glauca*, es una de las 26 especies pertenecientes al género *Galphimia* Cav. (Anderson, 2007), se clasifica en el orden de los Polygales, de la familia de Malpighiaceae (Stevens, 2012). En México antiguamente se le conocía en el idioma náhuatl como telpinoxochilt" (González et al., 2014) o "totoncapatli" (Tortoriello et al., 2011) y en la actualidad tiene diversos nombres dependiendo de los lugares en los que se distribuye como, "calderona amarilla", "estrellita", "cola de zorra", "flor estrella", "hierba de gallina", "flor chinche", entre otros (Rzedowski y Equihua, 1987). Es un arbusto tropical pequeño, perenne, que puede alcanzar una altura aproximada de entre 1 y 2 m como máximo, cuyo tronco esta característicamente cubierto de fibras rojizas. La parte medicinal son sus hojas,

delgadas y coriáceas, de color entre gris azulado y verde, elípticas, ovales, planas y redondeadas en la base. Las hojas son alternas y están dispuestas en ramas delgadas. Las flores son amarillas, manchadas de rojo, de unos 2 cm y tienen 2 brácteas, un cáliz de 5 sépalos, una corola de 5 pétalos, 10 anteras (alternando largas y cortas) y 3 estilos (Anderson, 2000).



**Figura 1. Fotografía de Galphimia glauca**

**Fuente:** <https://www.avogel.es/enciclopedia-de-plantas/galphimia-glauca.php>

**Distribución de G. glauca**

*Galphimia glauca* Cav., es originaria de México y Centroamérica (Standley y Steyermark, 1946), de áreas con climas semicálidos y templados (Atlas de las Plantas de la Medicina tradicional mexicana, 2009). Su presencia y estatus en el continente americano se muestra cómo nativa para México, Guatemala, Honduras y Nicaragua, introducida para Perú y Estados Unidos, e invasora para el caso de Cuba (Rojas-Sandoval et al., 2017), como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2: Distribución y estatus de Galphimia glauca mundial.**

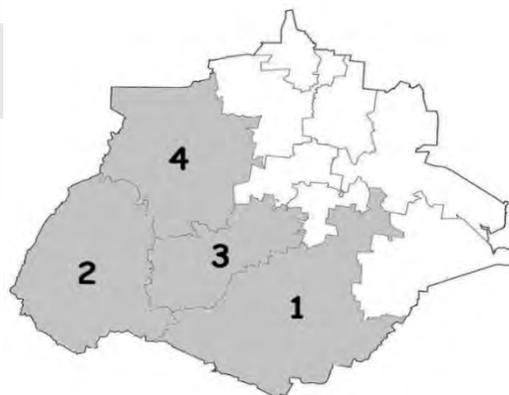
**Fuente:** <https://www.cabi.org/isc/datasheet/119814>

Para nuestro país la presencia de esta especie se reporta en estados con las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo (Figura 3) como Guerrero, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Morelos, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, Tamaulipas, Zacatecas (Villareal et al., 2014) y Aguascalientes (Siqueiros et al., 2020). Estos estados comprenden parte de las zonas central y noreste del país. Este patrón de distribución se puede atribuir principalmente a su adaptación al matorral y bosque de pino-encino presentes en estas zonas (Anderson, 2007).



**Figura 3. Distribución en México de *G. glauca* de acuerdo a Anderson (2007), Villareal (2014). El color gris indica los estados con su presencia. 1. Jalisco; 2. Zacatecas; 3. Aguascalientes; 4. Guanajuato; 5. Querétaro; 6. San Luis Potosí; 7. Nuevo León; 8. Tamaulipas; 9. Guerrero; 10. Morelos; 11. Hidalgo.**

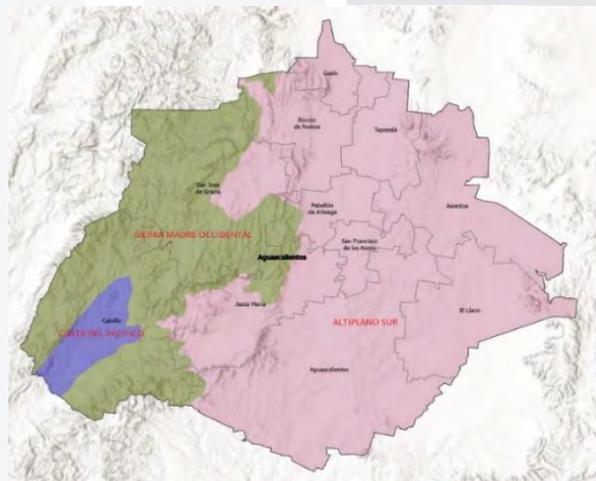
Para el Estado de Aguascalientes, los pocos registros que se tienen de esta especie reportan su presencia en los municipios de Aguascalientes, Calvillo, Jesús María y San José de Gracia como se muestra en la Figura 4 (Siqueiros et al., 2020).



**Figura 4. Distribución en Aguascalientes de *G. glauca* de acuerdo a Siqueiros Delgado (2020). El color gris indica los municipios con su presencia. 1. Aguascalientes; 2. Calvillo; 3. Jesús María; 4. San José de Gracia.**

El país está conformado por 2 grandes regiones biogeográficas la Neártica y la Neotropical, estas a su vez se subdividen jerárquicamente en provincias dependiendo a su distribución de especies endémicas, en combinación con las unidades morfotectónicas.

Los reportes de la presencia de esta especie en el estado según el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en el estado la sitúan en municipios pertenecientes a tres provincias biogeográficas según la clasificación de Espinosa (2008) y como se muestra en la Figura 5: Sierra Madre Occidental, Altiplano Sur y Costa del Pacifico. Situándola desde el punto de vista florístico, en una zona de transición (Rzedowski, 2006).



**Figura 5. Provincias biogeográficas presentes en el estado de Aguascalientes**  
**Fuente: Elaboración propia 2022.**

***Estatus de G. glauca en México***

*G. glauca* actualmente no está citada en alguna categoría de riesgo de la SEMARNAT NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010). Sin embargo, Villaseñor (2015) argumenta que la alteración y reducción de su hábitat natural causada por las actividades humanas podrían ponerla en otra situación en un futuro próximo.

***Estatus de G. glauca en Aguascalientes***

En el estado de Aguascalientes *G. glauca* se reporta como nativa (Anderson, 2007), y sin entrar en algún estatus de protección (SSMAA, 2017), aunque no se tiene más información ya que las poblaciones naturales que habitan en esta entidad no han sido investigadas ampliamente.

### **Condición de las poblaciones de *G. glauca* en Aguascalientes**

*Galphimia glauca* se clasifica como una especie perteneciente a vegetación secundaria del matorral subtropical, asociada a zonas de disturbio por actividades antropogénicas con suelos pobres (Siqueiros et al., 2017), zonas como la que se observa en la Figura 6.



**Figura 6. Evidencias de sobrepastoreo en ecosistemas con presencia de *G. glauca*.**

**Fuente: Elaboración propia 2021**

### **Hábitat de *G. glauca***

*G. glauca* crece asociada a vegetación perturbada (CONABIO, 2021) de bosques caducifolios, bosques de pinos, bosques de pino y encino, pastizales, laderas con matorrales, laderas rocosas secas y a lo largo de los bordes de las carreteras, en elevaciones que van de los 700 a los 2300 m (Standley y Steyermark, 1946; Anderson, 2007).

### **Usos de *G. glauca***

*G. glauca* reporta un extenso uso terapéutico, por sus propiedades ansiolíticas (Herrera et al., 2007) y sedantes para tratar alteraciones del sistema nervioso central (Estrada, E. 1990). Además son conocidos otros efectos como el antiinflamatorio (González, et al., 2014), el espasmolítico (Shankar y Keshetti, 2016), el anti protozoario (Del Rayo et al., 2001), el antialérgico (Wiesenauer et al., 1983; Weiser y Klein 1999) antiasmático (Sharma et al., 2012), como tratamiento de la úlcera gástrica, traumatismos, inflamaciones renales o uterinas, reumatismos, trastornos del sueño (Prieto y Monturiol, 2016), antidiarreico, antidisentérico, antipalúdico, emoliente, curar heridas y cicatrices (Díaz, 1976). Otros usos que se le dan a esta especie es cómo planta ornamental (Brown, 2012), setos (Floridata, 2015), y como cubierta vegetal para controlar la erosión y conservar el suelo (Sharma et al., 2012).

El objetivo del presente capítulo fue Localizar los sitios con presencia de *G. glauca* en el estado de Aguascalientes y describir su condición y las características ambientales donde se encuentra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este capítulo se realizó una caracterización de *G. glauca* en los sitios de colecta, en base al modelo de descriptores de plantas medicinales y aromáticas del IPGRI (1980). Para realizar esta caracterización en cada sitio de colecta, se dividieron en secciones de descriptores de recolección, descriptores ambientales del sitio de recolección y descriptores de la planta. La metodología para realizar los descriptores se describe a continuación.

### Descriptores de recolección

El estudio se realiza en el estado de Aguascalientes, los ejemplares seleccionados pertenecen a cuatro sitios del estado de Aguascalientes, donde se reporta la presencia de *G. glauca* (Siqueiros Delgado et al., 2020).

Los sitios con presencia de *G. glauca* en el estado de Aguascalientes, se encuentran ubicados en los municipios de Aguascalientes (21° 53' 01.0206"N, 102° 25' 22.6204" O), Jesús María (21° 54' 24.63" N, 102° 31' 59.19"O), Calvillo (21° 53' 30.56"N, 102° 35' 39.37" O) y San José de Gracia (22° 9' 22.46"N, 102° 32' 27.22"O), acorde a los datos reportados en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA), que se muestra en la Figura 7.



**Figura 7: Instalaciones del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes**

**Fuente: <http://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/>**

Ejemplares colectados de los sitios reportados con presencia de *G. glauca*, fueron identificados y autenticados mediante claves taxonómicas especializadas en colaboración con el Biol. Julio Martínez Ramírez, curador del HUAA. Posteriormente fueron procesadas

de acuerdo a la metodología de Lot y Chiang (1984) depositados con los números de ingreso 31462 y 31463, el procedimiento descrito se muestra en la secuencia de la Figura 8.



**Figura 8: Autentificación de especímenes de *G. glauca* y deposito en herbario**  
**Fuente: Elaboración propia 2021**

**Descriptor ambientales del sitio de recolección**

Una vez ubicados los sitios con presencia de *G. glauca*, se procedió a trazar parcelas de muestra configuradas en áreas variables (McRoberts, et al. 1992), mediante polígonos geo posicionándolos con un equipo Garmin eTrex 3 señalado en la Figura 9.

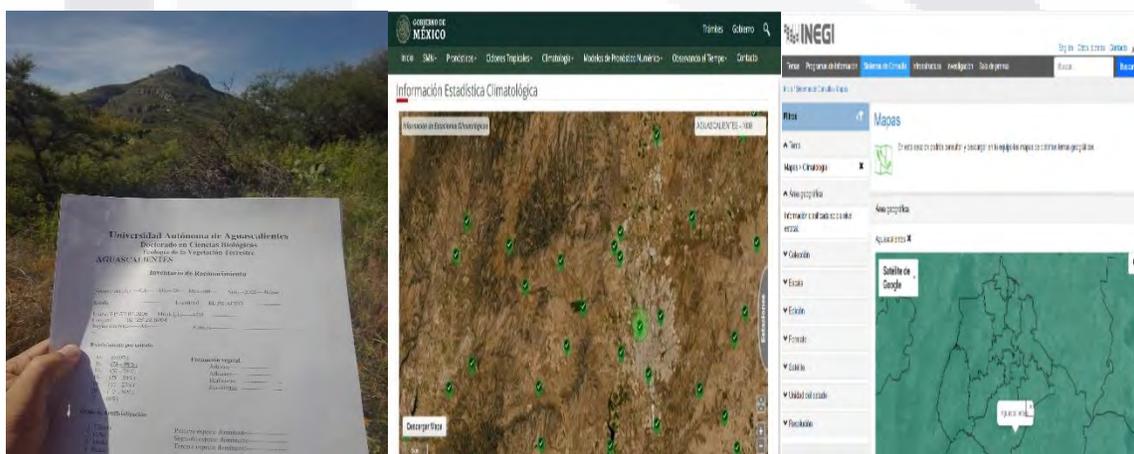


**Figura 9: herramientas usadas para el levantamiento de los puntos geográficos de los sitios.**

**Fuente: Elaboración propia 2021.**

Estos polígonos posteriormente se trabajaron en mapas digitales en el programa Arcmap 10.8.1 utilizando capas vectoriales de regiones biogeográficas propuestas por Espinosa (2008) y al tipo de vegetación acorde a Siqueiros (2017) con el fin de identificar a cuál de estas pertenece cada uno.

Las características ambientales documentadas de cada sitio de procedencia se evaluaron mediante un formato de inventario de reconocimiento de la UAA, donde se obtuvieron datos como formación vegetal, altitud, exposición, topografía entre otros. Mismos que se corroboraron con la información del sistema digital de cartas de geografía y medio ambiente del INEGI (2022), además de categorizar el tipo de degradación que se presenta en el sitio, basándonos en la clasificación de SEMARNAT (2010), estas herramientas de caracterización se muestran en la Figura 10.



**Figura 10: herramientas físicas y digitales para caracterizar los sitios con presencia de *G. glauca*.**

**Fuente: Elaboración propia 2021**

Con la finalidad de tener un panorama más completo sobre la especie *G. glauca* en Aguascalientes, se realizaron muestreos de suelo de los sitios con presencia de la especie, y se trabajaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Nutrientes Vegetales del Centro de Ciencias Agropecuarias, con base a los criterios de la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, las actividades descritas por la NORMA se muestran en la Figura 11.



**Figura 11: Toma de muestras de suelo de los sitios con presencia de *G. glauca* y procesamiento en laboratorio.**

**Fuente: Elaboración propia 2022.**

### **Descriptores de *G. glauca***

Los sitios de estudio se recorrieron y se realizó un inventario del número de ejemplares de *G. glauca* localizados. De estos se tomaron características morfológicas en los sitios con alta presencia de la especie, los individuos se seleccionaron mediante un muestreo aleatorio simple, mientras que en los sitios con baja población los individuos se eligieron deliberadamente. Algunos de los datos evaluados fueron altura y diámetro, la primera se obtuvo utilizando una cinta métrica de 15 m de la marca Truper y la segunda con el uso de un vernier de la marca Foy, siguiendo los protocolos de Romahn y Ramirez (2010), como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12: Medición de las características morfológicas generales de los ejemplares muestreados.**

**Fuente: Elaboración propia 2022.**

De igual manera se tomaron mediciones y datos morfológicos de los ejemplares, como número de flores por axila, dimensiones foliares, de fruto y semilla, así como las características físicas de estos, tomando las variables de caracterización propuestas por el IPGRI (1980), algunas de estas características medidas se muestran en la Figura 13.



**Figura 13: Medición de las características morfológicas específicas de los ejemplares muestreados.**

**Fuente: Elaboración propia 2022.**

Durante un año (julio 2021-julio 2022), se dio seguimiento a las etapas fenológicas de *G. glauca* (Figura 14) en los sitios reportados, con la finalidad de documentar cómo se comportan los ejemplares silvestres y como es su ciclo de reproducción. Los datos se tomaron cada 22 días por sitio, obteniendo información para determinar el número de días necesarios para el inicio de la manifestación de la fase de foliación, fase de floración y fase de fructificación. Con esta información se realizó una base de datos y se complementó con evidencia fotográfica de cada sitio.



**Figura 14: Medición temporal de las características fenológicas de *G. glauca* *in situ*.**

**Fuente: Elaboración propia 2022.**

**Aspecto social**

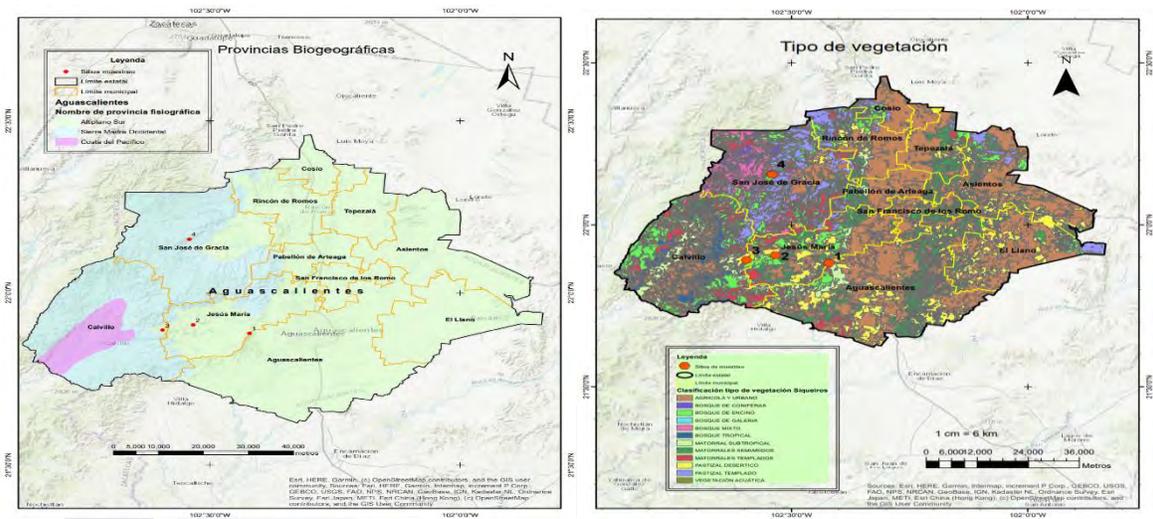
Tratando de tener un panorama más completo sobre esta especie en la entidad, se realizó un levantamiento de información con la sociedad que reside cerca de los sitios reportados con presencia de *G. glauca*, sector académico relacionado con las áreas naturales y personal gubernamental del sector medio ambiente, esto con la finalidad de documentar el conocimiento que se tiene sobre esta especie. La información se recabo mediante la aplicación de entrevistas abiertas y estructuradas en grupos de muestra de 5 a 10 acorde a lo sugerido por Branthomme (2009) en su método de recopilación de datos para este tipo de estudios. Las entrevistas se estructuraron y formularon como se muestra en la Tabla 1. Datos para ayudar a la respuesta: Partes que utiliza (hojas, flores, frutos, tallo, raíces, semillas). Cómo la utiliza (parte que usa y cómo). Usos (médica, alimento, frutal, leña, forraje, construcción., tintórea, mágico-religioso, otros).

**Tabla 1. Formulación de preguntas de *G. glauca* aplicadas.**

REACTIVO	RESPUESTA
¿Conoce esta planta?	
¿Con que nombre la conoce?	
¿Como la reconoce?	
¿Le da algún uso?	
¿Qué parte utiliza?	
¿Cómo la procesa?	

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados para este objetivo arrojaron la presencia de *G. glauca* en los municipios de Aguascalientes, Calvillo, Jesús María y San José de Gracia. Donde con la ayuda de la cartografía digital pudimos situar a la procedencia de Aguascalientes, Calvillo y Jesús María dentro de la región biogeográfica del Altiplano Sur, mientras que la procedencia de San José de Gracia se encontró perteneciente a la biorregión de Sierra Madre Occidental. En cuanto al tipo de vegetación para cada procedencia, estos se identificaron en las áreas de Bosque de encino para Aguascalientes, Jesús María y San José de Gracia, mientras que para la procedencia de Calvillo fue de matorrales templados (Figura 15).



**Figura 15. Procedencias de *G. glauca* estudiadas según su ubicación biogeográfica en el estado y el Tipo de vegetación en los puntos de procedencia acorde a Siqueiros (2017). Fuente: Elaboración propia 2022.**

La información recabada en campo y gabinete para la caracterización ecológica de cada procedencia se muestra en las tablas 2, 3, 4 y 5.

**Sitio Aguascalientes**

**Tabla 2. Caracterización del sitio Aguascalientes con presencia de *G. glauca*.**

DESCRIPTORES DE RECOLECCIÓN	
Recolector	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Nombre del sitio asignado	Aguascalientes-1
Fecha de recolección de la muestra	20 de septiembre 2021
Ubicación del lugar	El Picacho
Georreferencia	21° 53' 01.0206" N, 102° 25' 22.6204" O
Elevación del lugar	2062msnm
Fuente de recolección	Hábitat silvestre- Bosque/Monte
Estado de la muestra	Silvestre
Tamaño de la población	Número de ejemplares muestreados 12
Tipo de muestra	Semillas y varetas
Ejemplares de herbario	Si



**DESCRPTORES AMBIENTALES DEL SITIO DE RECOLECCIÓN**

Comunidad vegetal	<i>Opuntia spp, Mimosa monancistra, Acacia schaffneri, Prosopis laevigata.</i>
Formación vegetal	Formación compleja de herbáceas, arbustivas y suculentas
Tipo de vegetación	Matorral xerófilo
Grupo	Vegetación xerófila
Fisionomía	Arbustiva
Edafología	Leptosol
Degradación que presenta	Urbanización
Hidrología	R. Morcinique
Climatología	Seco
Región biogeográfica	Altiplano Sur
Temperatura media anual	18° y 21°C
Precipitación media anual	400 a 500 mm
Recubrimiento por estrato	75-90%
Grado de Artificialización	Fuerte
Exposición	Sureste
Pendiente	<u>49-64%</u>
Reacción de la roca emergente al HCL	Efervescencia media
Humedad aparente de la estación	Seca
Naturaleza de la roca	Roca dura y blocs 20%, piedras 20%, arena 5%, tierra fina 5%, vegetación 45% y M.O. descompuesta 5%

Sumergimiento	Agua circulante
---------------	-----------------



**DESCRPTORES DE *G. GLAUCA* EN EL SITIO**

Habito de la planta	Arbusto o árbol pequeño (<5m- uno o más troncos)
Altura de la planta promedio	1.20 m
Diametro del tronco	1.37 cm
Desarrollo vegetativo	Monopódico
Hábito de ramificación	Muchas ramas (primarias) con muchas ramas secundarias y terciarias
Angulo de inserción de las ramas primarias	Semierecto.
Color de la hoja joven	Verdusca
Forma de la hoja	Ovada
Forma del ápice de la hoja	Aguda
Longitud de la hoja	5 cm promedio de cinco hojas maduras
Ancho de la hoja	2.3 cm promedio de cinco hojas maduras
Longitud del peciolo foliar	9 mm promedio de cinco hojas de un año
Color del peciolo foliar	Marrón oscuro
Color del retoño joven	Verde
Posición de la inflorescencia	Axilar
Número de flores por axila	23 promedio de cinco axilas muestreadas
Inserción de las anteras	Incluidas
Número de estambres	10 por flor Promedio de 10 flores
Color del fruto	Marrón

Forma del fruto	Redondeada
Ausencia/presencia de nervaduras en el fruto	Presente
Textura del endocarpio	Coriácea
Persistencia del limbo del cáliz	si
Longitud del fruto	3.05 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Ancho del fruto	3 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Longitud de la semilla,	2 mm longitud media máxima de cinco semillas maduras normales
Ancho de la semilla	2 mm promedio de cinco semillas maduras normales
Color de la semilla	Marrón
Forma de la semilla	redonda



ETAPA FENOLÓGICA	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Foliación												
Floración												
Fructificación												
Maduración												

**DESCRIPTOR SOCIAL**

<b>Conocimiento de la planta por parte de la sociedad encuestada del sitio AGS</b>	8 de cada 10 encuestados dicen no conocerla. Las 2 personas que dicen conocerla la ubican con nombre distinto como Flor estrella y Lluvia de oro
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Uso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio AGS	Ornato
Parte de la planta que utiliza la sociedad encuestada del sitio AGS	Flor
Proceso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio AGS	Corte

**Sitio Jesús María**

**Tabla 3. Caracterización del sitio Jesús María con presencia de *G. glauca*.**

DESCRPTORES DE RECOLECCIÓN	
Recolector	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Nombre del sitio asignado	Jesús María-1
Fecha de recolección de la muestra	24 de septiembre 2021
Ubicación del lugar	La mesa del contadero
Georreferencia	21° 54' 24.63" N, 102° 31' 59.19" O
Elevación del lugar	2173
Fuente de recolección	Hábitat silvestre- Bosque/Monte
Estado de la muestra	Silvestre
Tamaño de la población	Número de genotipos muestreados 132
Tipo de muestra	Semillas y varetas
Ejemplares de herbario	Si
Polígono recorrido	
DESCRPTORES AMBIENTALES DEL SITIO DE RECOLECCIÓN	

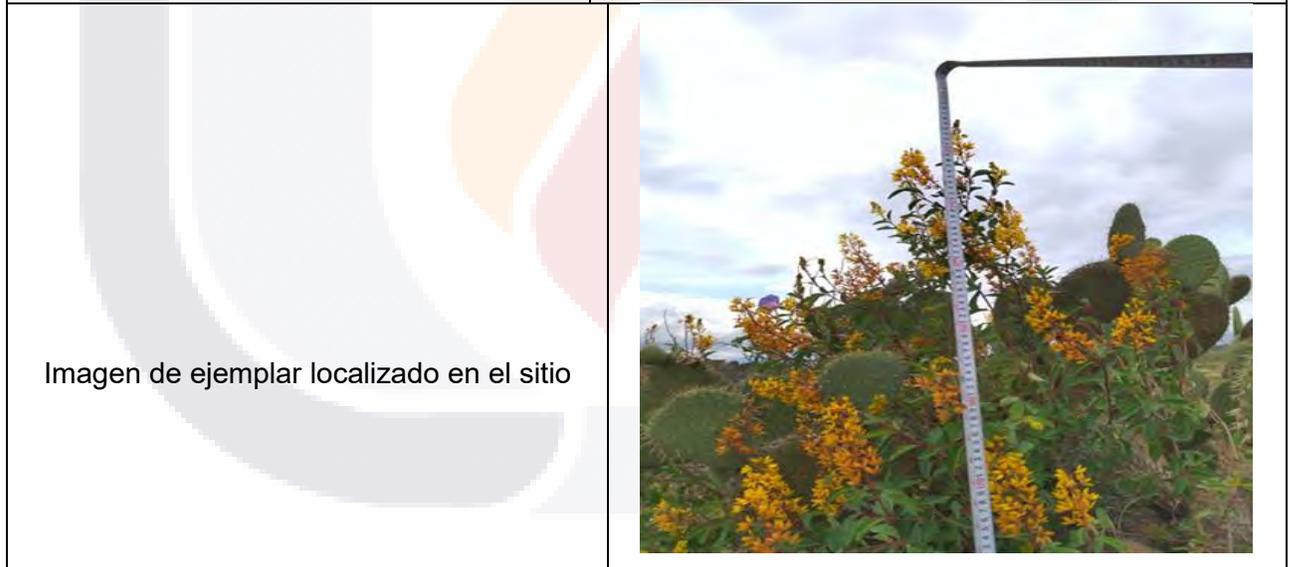
Comunidad vegetal	<i>Quercus potosina, Opuntia spp, Mimosa monancistra, Acacia schaffneri, Prosopis laevigata, Yucca filifera.</i>
Formación vegetal	Formación compleja de herbáceas, arbustivas y suculentas
Tipo de vegetación	Bosque de encino
Grupo	Vegetación xerófila
Fisionomía	Arbustiva
Edafología	Leptosol
Degradación que presenta	Sobrepastoreo
Hidrología	R. Calvillo
Climatología	Seco
Región biogeográfica	Altiplano Sur
Temperatura media anual	18° y 21°C
Precipitación media anual	500 a 700 mm
Recubrimiento por estrato	50-75%
Grado de Artificialización	Media
Exposición	Sureste
Pendiente	16-25%
Reacción de la roca emergente al HCL	Eferescencia media
Humedad aparente de la estación	Mediana
Naturaleza de la roca	Roca dura y blocs 5%, piedras 25%, arena 10%, tierra fina 5%, vegetación 50% y M.O. descompuesta 5%
Sumergimiento	Agua circulante



**DESCRIPTORES DE G. GLAUCA EN EL SITIO**

Habito de la planta	Arbusto o árbol pequeño (<5m- uno o más troncos)
Altura de la planta promedio	1.15 m
Diametro del tronco	1.17 cm
Desarrollo vegetativo	Monopódico
Hábito de ramificación	Muchas ramas (primarias) con muchas ramas secundarias y terciarias
Angulo de inserción de las ramas primarias	Semierecto.
Color de la hoja joven	Verdusca
Forma de la hoja	Ovada
Forma del ápice de la hoja	Aguda
Longitud de la hoja	5.3 cm promedio de cinco hojas maduras
Ancho de la hoja	2.1 cm promedio de cinco hojas maduras
Longitud del peciolo foliar	7 mm promedio de cinco hojas de un año
Color del peciolo foliar	Marrón oscuro
Color del retoño joven	Verde
Posición de la inflorescencia	Axilar
Número de flores por axila	27 promedio de 5 axilas muestreadas
Inserción de las anteras	Incluidas
Número de estambres por flor	10 promedio de 10 flores
Color del fruto	Marrón

Forma del fruto	Redondeada
Ausencia/presencia de nervaduras en el fruto	Presente
Textura del endocarpio	Coriácea
Persistencia del limbo del cáliz	si
Longitud del fruto	2.98 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Ancho del fruto	3.08 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Longitud de la semilla,	2 mm longitud media máxima de cinco semillas maduras normales
Ancho de la semilla	2 mm promedio de cinco semillas maduras normales
Color de la semilla	Marrón
Forma de la semilla	redonda



ETAPA FENOLÓGICA	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Foliación												
Floración												
Fructificación												
Maduración												
<b>DESCRIPTOR SOCIAL</b>												

<b>Conocimiento de la planta por parte de la sociedad encuestada del sitio JM</b>	8 de cada 10 encuestados dicen no conocerla. Las 2 personas que dicen conocerla la ubican con nombre distinto como margarita y flor de muerto
<b>Uso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio JM</b>	Ornato
<b>Parte de la planta que utiliza la sociedad encuestada del sitio JM</b>	Flor
<b>Proceso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio JM</b>	Corte

**Sitio Calvillo**

**Tabla 4. Caracterización del sitio Calvillo con presencia de *G. glauca*.**

<b>DESCRIPTORES DE RECOLECCIÓN</b>	
Recolector	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Nombre del sitio asignado	Calvillo-1
Fecha de recolección de la muestra	25 de septiembre 2021
Ubicación del lugar	El Sauz de los Vallin
Georreferencia	21° 53' 30.56"N, 102° 35' 39.37" O
Elevación del lugar	2148m
Fuente de recolección	Hábitat silvestre- Bosque/Monte
Estado de la muestra	Silvestre
Tamaño de la población	Número de genotipos muestreados 32
Tipo de muestra	Semillas y varetas
Ejemplares de herbario	Si
Polígono recorrido	

DESCRIPTORES AMBIENTALES DEL SITIO DE RECOLECCIÓN	
Comunidad vegetal	<i>Opuntia spp, Mimosa monancistra, Acacia schaffneri, Prosopis laevigata, Forestiera phillyreoides, Yucca filifera</i>
Formación vegetal	Matorral Xerófilo
Tipo de vegetación	Matorrales templados/Matorral crasicaule
Grupo	Vegetación templada
Fisionomía	Arbustiva
Edafología	Jóvenes con poco desarrollo agrícola, Regosol
Degradación que presenta	Deforestación
Hidrología	R. Calvillo
Climatología	Seco
Región biogeográfica	Altiplano Sur
Temperatura media anual	18° y 21°C
Precipitación media anual	500 a 700 mm
Recubrimiento por estrato	50-75%
Grado de Artificialización	Media
Exposición	Sureste
Pendiente	25-36%
Reacción de la roca emergente al HCL	Efervescencia media
Humedad aparente de la estación	Mediana
Naturaleza de la roca	Roca dura y blocs 10%, piedras 20%, arena 5%, tierra fina 5%, vegetación 55% y M.O. descompuesta 5%
Sumergimiento	Agua circulante



**DESCRIPTORES DE G. GLAUCA EN EL SITIO**

Habito de la planta	Arbusto o árbol pequeño (<5m- uno o más troncos)
Altura de la planta promedio	1.02 m
Diametro del tronco	1.05 cm
Desarrollo vegetativo	Monopódico
Hábito de ramificación	Muchas ramas (primarias) con muchas ramas secundarias y terciarias
Angulo de inserción de las ramas primarias	Semierecto.
Color de la hoja joven	Verdusca
Forma de la hoja	Ovada
Forma del ápice de la hoja	Aguda
Longitud de la hoja	5.1 cm promedio de cinco hojas maduras
Ancho de la hoja	2 cm promedio de cinco hojas maduras
Longitud del peciolo foliar	5mm promedio de cinco hojas de un año
Color del peciolo foliar	Marrón oscuro
Color del retoño joven	Verde
Posición de la inflorescencia	Axilar
Número de flores por axila	25 promedio de 5 axilas muestreadas
Inserción de las anteras	Incluidas
Número de estambres por flor	10 promedio de 10 flores
Color del fruto	Marrón
Forma del fruto	Redondeada

Ausencia/presencia de nervaduras en el fruto	Presente
Textura del endocarpio	Coriácea
Persistencia del limbo del cáliz	si
Longitud del fruto	3 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Ancho del fruto	3 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Longitud de la semilla,	2 mm longitud media máxima de cinco semillas maduras normales
Ancho de la semilla	2 mm promedio de cinco semillas maduras normales
Color de la semilla	Marrón
Forma de la semilla	redonda



ETAPA FENOLÓGICA	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Foliación												
Floración												
Fructificación												
Maduración												

**DESCRIPTOR SOCIAL**

<b>Conocimiento de la planta por parte de la sociedad encuestada del sitio CAL</b>	6 de cada 10 encuestados dicen no conocerla. Las 4 personas que dicen conocerla la ubican con nombre distinto como flor de muerto, margarita y girasol.
<b>Uso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio CAL</b>	Ornato, madera
<b>Parte de la planta que utiliza la sociedad encuestada del sitio CAL</b>	Flor y ramas
<b>Proceso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio CAL</b>	Corte y recolección

**Sitio San José de Gracia**

**Tabla 5. Caracterización del sitio San José de Gracia con presencia de *G. glauca***

<b>DESCRIPTORES DE RECOLECCIÓN</b>	
Recolector	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Nombre del sitio asignado	San José de Gracia -1
Fecha de recolección de la muestra	26 de septiembre 2021
Ubicación del lugar	La congoja
Georreferencia	22° 9' 22.46" N, 102° 32' 27.22" O
Elevación del lugar	2514m
Fuente de recolección	Hábitat silvestre- Bosque/Monte
Estado de la muestra	Silvestre
Tamaño de la población	Número de genotipos muestreados 4
Tipo de muestra	Semillas y varetas
Ejemplares de herbario	Si



<b>DESCRPTORES AMBIENTALES DEL SITIO DE RECOLECCIÓN</b>	
Comunidad vegetal	<i>Arctostaphylos pungens, Quercus potosina, J. deppeana</i>
Formación vegetal	Chaparral
Tipo de vegetación	Bosque de encino-pino
Grupo	Vegetación templada
Fisionomía	Arbóreo
Edafología	Agrícola dependiente de las lluvias, Phaeozem
Degradación que presenta	Sobrepastoreo
Hidrología	R. San Pedro
Climatología	Seco
Región biogeográfica	Sierra Madre Occidental
Temperatura media anual	14° y 18°C
Precipitación media anual	500 a 700 mm
Recubrimiento por estrato	50-75%
Grado de Artificialización	Media
Exposición	Sureste
Pendiente	25-36%
Reacción de la roca emergente al HCL	Efervescencia media
Humedad aparente de la estación	Mediana
Naturaleza de la roca	Roca dura y blocs 10%, piedras 20%, arena 5%, tierra fina 5%, vegetación 55% y M.O. descompuesta 5%
Sumergimiento	Agua circulante

<b>DESCRIPTORES DE G. GLAUCA EN EL SITIO</b>	
Habito de la planta	Arbusto o árbol pequeño (<5m- uno o más troncos)
Altura de la planta promedio	1.27 m
Diametro del tronco	1.35 cm
Desarrollo vegetativo	Monopódico
Hábito de ramificación	Muchas ramas (primarias) con muchas ramas secundarias y terciarias
Angulo de inserción de las ramas primarias	Semierecto.
Color de la hoja joven	Verdusca
Forma de la hoja	Ovada
Forma del ápice de la hoja	Aguda
Longitud de la hoja	5.2 cm promedio de cinco hojas maduras
Ancho de la hoja	2 cm promedio de cinco hojas maduras
Longitud del peciolo foliar	5,1 mm promedio de cinco hojas de un año
Color del peciolo foliar	Marrón oscuro
Color del retoño joven	Verde
Posición de la inflorescencia	Axilar
Número de flores por axila	23 promedio de 5 axilas muestreadas
Inserción de las anteras	Incluidas
Número de estambres por flor	10 promedio de 10 flores
Color del fruto	Marrón
Forma del fruto	Redondeada
Ausencia/presencia de nervaduras en el fruto	Presente
Textura del endocarpio	Coriácea
Persistencia del limbo del cáliz	si
Longitud del fruto	promedio de cinco frutos maduros normales
Ancho del fruto	3 mm promedio de cinco frutos maduros normales
Longitud de la semilla,	1.9 mm longitud media máxima de cinco semillas maduras normales

Ancho de la semilla	1.66 mm promedio de cinco semillas maduras normales
Color de la semilla	Marrón
Forma de la semilla	redonda



ETAPA FENOLÓGICA	MES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Foliación													
Floración													
Fructificación													
Maduración													

DESCRIPTOR SOCIAL	
<b>Conocimiento de la planta por parte de la sociedad encuestada del sitio SJG</b>	9 de cada 10 encuestados dicen no conocerla. La persona que dice conocerla la ubica con nombre distinto como botón de oro,
<b>Uso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio SJG</b>	Ornato
<b>Parte de la planta que utiliza la sociedad encuestada del sitio SJG</b>	Flor
<b>Proceso que da a la planta la sociedad encuestada del sitio SJG</b>	Corte

Los resultados obtenidos en este estudio nos muestran que los sitios con presencia de *G. glauca* evaluados, presentaron algunas diferencias en cuanto a las comunidades vegetales que los conforman e interactúan con ellas, así como de ciertas condiciones ambientales. Estos datos se corroboran con la información arrojada del sistema digital de cartas de geografía y medio ambiente del INEGI (2022). De igual manera se pudo corroborar que la presencia de *G. glauca* en el estado de Aguascalientes, se encuentra distribuida en 2 de las 3 regiones biogeográficas reportadas por Espinosa (2008), siendo Aguascalientes, Calvillo y Jesús María para la biorregión del Altiplano Sur y San José de Gracia para la biorregión de Sierra Madre Occidental, formando parte de la vegetación de una zona de transición florística en la entidad como lo menciona Rzedowski (2006).

La caracterización de los ejemplares silvestres de *G. glauca* muestreados presentes en los cuatro espacios geográficos, arrojó la similitud en cuanto a la morfología y fenología entre ellos, expresando similitudes en atributos de la especie, descartando algún tipo de mutación o especiación, aunque esto sin ser reforzado por algún estudio biotecnológico genético, semejante al realizado por Villareal y colaboradores (2014). Coincidentemente se pudo observar que; para los 4 sitios reportados con presencia de *G. glauca*, estos presentan alteraciones antropogénicas, como lo es el sobrepastoreo, los incendios y el cambio de uso de suelo, confirmando el establecimiento de esta especie en sitios con vegetación perturbada como lo reporta CONABIO (2021) y ambientes degradados como lo categoriza Siqueiros y colaboradores (2017) en su estudio.

## **CONCLUSIÓN**

Una vez realizada la caracterización de cada uno de los cuatro sitios reportados con presencia de *G. glauca*, se puede concluir que si bien existen diferencias biogeográficas y ecológicas entre estos lugares, estas no son marcadas para los factores de distribución de los individuos, además de no influir en la morfología, fisiología y fenología de los ejemplares, ya que presentan y expresan similitudes en atributos de la especie, descartando algún tipo de mutación o especiación entre los ejemplares establecidos en los cuatro espacios geográficos. De igual manera es de interés ecológico y científico el que los sitios con presencia de *G. glauca* en el estado presenten algún grado de disturbio, dejando abierta la interrogante del cómo se estableció, si es una especie que se presenta como vegetación secundaria y oportunista o si está en peligro su presencia debido a dichos disturbios, pudiendo hacer predicciones sobre su distribución futura e incluso conocer qué relación

guarda la historia de vida de la especie con la historia geológica del lugar ya que la sociedad que se encuentra en contacto con ella no tienen información certera sobre esta, su aprovechamiento ni estatus ecológico.

## REFERENCIAS

Uniformizar el estilo de referencias en un solo formato. Checar itálicas en nombres científicos, símbolo &, nombre de autores, año entre paréntesis, datos completos, dirección DOI o URL, sin comillas en título, espacios, puntos en lugar de comas en nombres, etc.

Anderson, Christiane. Revision of *Galphimia* (Malpighiaceae). (2000). Contributions from the University of Michigan Herbarium, 25, 1-82. 2007.

Atlas de las Plantas de la Medicina tradicional mexicana. [Internet]. México. Biblioteca digital de la Medicina tradicional mexicana. 2009. [Citado 20 diciembre 2016]. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7001>.

Barba-Ávila, M. de los D., M. Croce-Hernández D., y M. De la Cerda-Lemus. (2003). Plantas Útiles de la Región Semiárida de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 235 p.

Branthomme A. (2009). Manual para la recolección integrada de datos de campo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/docrep/016/ap152s/ap152s.pdf>

Brown SH, (2012). Flowering shrubs and vines for South Florida. Lee County Extension, University of Florida, USA. [http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/Videos\\_Powerpoints\\_Podcasts/Flowering\\_Shrubs\\_and\\_Vines\\_for\\_S\\_FL.pdf](http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/Videos_Powerpoints_Podcasts/Flowering_Shrubs_and_Vines_for_S_FL.pdf).

CONABIO. (2021). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México <https://enciclovida.mx/especies/165064-galphimia-glauca>

Del Rayo Camacho M, Phillipson, JD, Croft S.L, Marley D, Kirby G.C, Warhurst, D.D. "Assessment of the antiprotozoal activity of *Galphimia glauca* and the isolation of new nor-secofriedelanes and nor-friedelanes". J. Nat. Prod. (2001); 65: 1457-1461.

Díaz, J., Usos de las plantas medicinales de México, Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales, A. C. (Monografías Científicas II), México, (1976), 329 pp.

- Espinosa, D., S. Ocegueda et al. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 33-65
- Estrada, E., (1990). Plantas Medicinales de México. 4ta ed. Editorial Universidad Autónoma de Chapingo, México, p. 601.
- Floridata, (2015). *Galphimia glauca*. Floridata Plant Encyclopedia. USA. <http://floridata.com/Plants/Malpighiaceae/Galphimia%20glauca/528>
- García-Regalado, G. (2014). Plantas Medicinales de Aguascalientes (1a ed.). Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 498 p.
- González-Cortázar, M., Herrera-Ruiz, M., Zamilpa A., Jiménez-Ferrer, E., Marquina S., Álvarez L., Tortoriello J. "Anti-inflammatory Activity and Chemical Profile of *Galphimia glauca*". *Planta Med.* (2014); 80: 90-96.
- Herrera-Arellano A, Jiménez-Ferrer E, Zamilpa A, Morales-Valdéz M, GarcíaValencia CE, Tortoriello J. "Efficacy and tolerability of a standardized herbal product from *Galphimia glauca* on generalized anxiety disorder. A randomized, double-blind clinical trial controlled with lorazepam." *Planta Med.* (2007); 73: 713-717.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI). Conjunto de datos vectoriales. Edafología. Continuo Nacional. Escala 1:50,000 Clave de las cartas F13-9, F13D17, F13D18, F13B88. <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#descargas>. (12 de febrero de 2022).
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 1980. Tropical fruit descriptors. IBPGR Secretariat, Plant Production and Protection, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy Division. Rome, Italy. 11 p. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/89e7bce2-b5d2-4126-8a51-aa683ce179cb/content> (22 de agosto de 2022).
- Lot, A. y Chiang, F. (1986). Manual de herbario: administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. México: Consejo Nacional de la Flora de México.
- McRoberts Ronald E., Erkki O. Tomppo y Raymond L. Czaplewski. Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. Northern Research Station, EE. UU. Forest Service, 1992 Folwell Avenue, Saint Paul, Minnesota 55108 EE. UU

- NOM-021-RECNAT-2000 (NORMA Oficial Mexicana). 2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F.
- Prieto, J. M., & Monturiol, C. (2016). Potencial antialérgico y ansiolítico de la *Galphimia glauca*. *Rev. fitoter*, 49-55.
- Rojas-Sandoval Julissa, Department of Botany-Smithsonian NMNH, Smithsonian Institution, Washington DC, USA (2017).
- Romahan de la Vega, C.F., Ramirez Maldonado H. Dendometría. Universidad Autonoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales (2010).
- Rzedowski, J.; Equihua, M. *Atlas Cultural de México. Flora*. Secretaria de Educación Pública, Instituto Nacional de Antropología e Historia. Planeta, Ed. México, (1987).
- Rzedowski J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-968-1800-02-4.
- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua (SSMAA), Gobierno del Estado de Aguascalientes. Elaboración del Catálogo de Especies en Riesgo y Prioritarias (2017)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre de 2010. 78pp. México. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm> (1 de enero de 2022).
- Shankar Rao Garige B, Keshetti S, maheshwara Rao Vattikuti U. "In vivo Study on Depressant and Muscle Coordination Activity of *Galphimia glauca* Stem methanol Extract". *Pharmacognosy Research*. (2016); 8 (4): 219-225.
- Sharma, A., Folch, J. L., Cardoso-Taketa, A., Lorence, A., Villarreal, M. L., (2012). DNA barcoding of the Mexican sedative and anxiolytic plant *Galphimia glauca*. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(2), 371-378. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874112006307> doi: 10.1016/j.jep.2012.09.022
- Siqueiros Delgado, M. E., J. A. Rodríguez Ávalos, J. Martínez Ramírez, J. C. Sierra Muñoz y G. García Regalado. (2017). *Vegetación del Estado de Aguascalientes*, primera edición (versión electrónica) CONABIO-Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 368 p.

[https://editorial.uaa.mx/docs/ve\\_vegetacion\\_aguascalientes.pdf](https://editorial.uaa.mx/docs/ve_vegetacion_aguascalientes.pdf). (22 de diciembre de 2022).

- Siqueiros Delgado M E, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C (2020). Inventario florístico de familias selectas de dicotiledóneas del estado de Aguascalientes. Versión 1.2. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/8tuzqz> accessed via GBIF.org on 2021-04-17. <https://www.gbif.org/occurrence/1897532175>.
- Standley, P. C., Steyermark, J. A., (1946). Flora of Guatemala. Fieldiana (Botany), 24(Pt V), v + 502 pp.
- Stevens PF, (2012). Angiosperm Phylogeny Website. St. Louis, Missouri, USA: University of Missouri and Missouri Botanical Garden. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Tortoriello J., Herrera-Arellano A., Herrera-Ruiz M.L., Zamilpa A., González-Cortazar M., Jiménez-Ferrer J.E. New anxiolytic phytopharmaceutical elaborated with the standardized extract of *Galphimia glauca*. In: Kalinin V., editor. Anxiety Disorders. InTech; Rijeka, Croatia: (2011). pp. 185–202.
- Villarreal María Luisa, Alexandre Cardoso-Taketa, Anabel Ortiz y Ashutosh Sharma “Biotecnología para producir medicinas de plantas mexicanas”, (1 de agosto de 2014) | Vol. 15 | Núm. 8 | ISSN 1607 – 6079 <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num8/art62/>
- Villaseñor, J. L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía? *Botanical Sciences* 93(1): 3-14.
- Weiser, M., Gegenheimer, L. H., & Klein, P. Reprint from *Research in Complementary Medicine* (1999); 142-148.
- Wiesenauer M, Haussler S, Gaus W. Pollinosis therapy with *Galphimia glauca*. *Fortschr Med* (1983); 101: 811-814.

**CAPITULO 2. DETERMINACIÓN DE POBLACIONES ACTIVAS DEL  
FITOQUÍMICO GALPHIMINA B**

## RESUMEN

*Galphimia glauca*, es una especie de interés mundial por los componentes obtenidos de ella. Estudios realizados a nivel nacional en cuanto a su perfil fitoquímico, reportan que el primer nor-seco-triterpeno aislado fue la galfimina B, recolectada en Dr. Mora, Guanajuato, con actividad sedante. Posteriormente se reportaron otros tipos de triterpenos A-C y la galfimidina, con propiedades antiprotozoaria, las galfiminas A-F recolectada en Dr. Mora, Guanajuato con actividad sedante y ansiolítica y se observó actividad antiinflamatoria de extractos metanólicos de poblaciones de *Galphimia* recolectadas en localidades de México (Guanajuato, Querétaro, Guadalajara y Morelos). La actividad antiinflamatoria de los componentes individuales recientemente se profundizó en la acción antiinflamatoria de dos galfimidinas. Estos análisis de identificación, aislamiento y cuantificación se realizan mediante métodos cromatográficos convencionales como lo son cromatografía en capa fina y cromatografía de líquidos de alta resolución. Para las poblaciones nativas de Aguascalientes, la información acerca de los compuestos bioactivos de interés científico parece ser prácticamente nula. El objetivo de este capítulo es determinar si son poblaciones activas al fitoquímico *Galphimia* B. Para analizar las características fitoquímicas de los ejemplares silvestres como los sometidos a manejo se tomaron muestras vegetales de cada población para determinar la presencia de triterpenos mediante técnicas cromatográficas en capa fina automatizada y de líquidos de alta resolución. El análisis del perfil fitoquímico no mostró presencia de galfiminas ni de galfimidinas en las poblaciones silvestres ni en aquellos ejemplares que se desarrollaron bajo control.

## INTRODUCCIÓN

### **Composición química de *G. glauca***

La fitoquímica de esta especie ha sido ampliamente estudiada y se han descrito la presencia de flavonoides como la quercetina (*Müller et al., 1998*), el ácido gentísico (*Griffiths, 1959*), ácido gálico, galato de metilo (*Dorsch et al., 1992*), ácido tetragaloilquínico (*Hussain et al., 2013*), ácido elágico, hiperósido, isoquercitrina, galatos de glucósidos de quercetina, glucósidos de kenferol, y glicósido galato de kenferol (*Nezmélyi et al., 1993*), así como varios compuestos pertenecientes a la división terpenoide de los polifenoles, entre los que se encuentran principalmente los “nor-seco-triterpenos”, que en este caso se denominan serie galfiminas (*Tortoriello et al., 1998*), de las cuales se han logrado aislar , las formas exocíclicas de las galfiminas F a la I, la C que es un isómero de doble enlace de las

galphiminas B y F, (Cardoso-Taketa et al., 2004), la L (González et al., 2014) y las principales y más activas la A (Aguilar et al., 2007), la E (González, 2014) y la B (Osuna et al., 2002), siendo esta última la más estudiada (Prieto et al., 2003).

El contenido de galphiminas se acumula en pequeñas concentraciones en las plantas silvestres y su concentración varía considerablemente de acuerdo con la edad de la planta y factores estacionales (Villareal et al., 2014), ejemplares distintos de *G. glauca* (Sharma et al., 2012), sus diferentes órganos vegetales e incluso puede variar dependiendo de su distribución natural (Cardoso-Taketa et al., 2008). Estos resultados se han encontrado mediante la generación de perfiles metabólicos con los que se pudo diagnosticar que existen poblaciones activas e inactivas de la planta en términos de sus actividades ansiolíticas y sedantes (Villareal et al., 2014), la lista de galphiminas identificadas en ejemplares de *G. glauca* se muestran en la Figura 16.

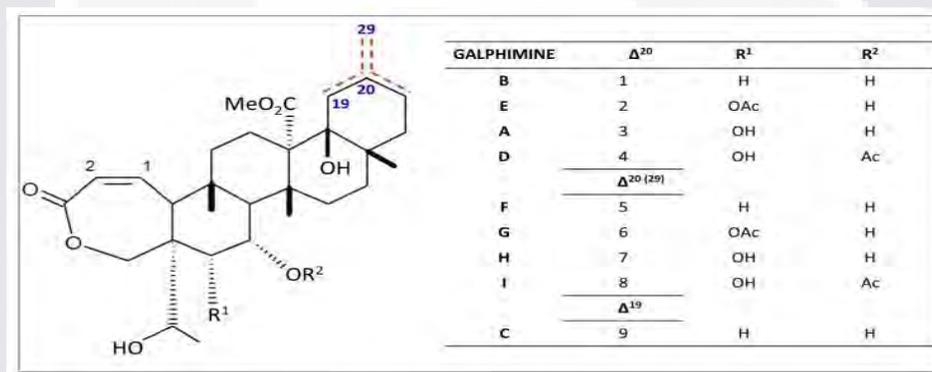
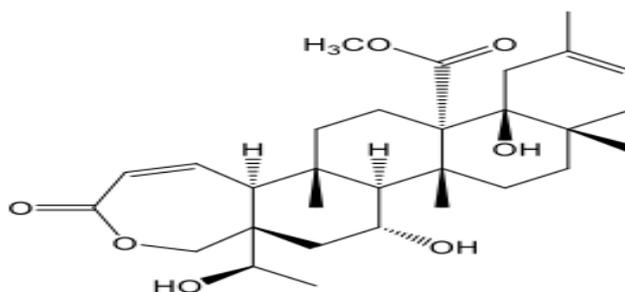


Figura 16. Lista de galphiminas A – I identificadas en *G. glauca*.

Fuente: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6278297/#B38-molecules-23-02985>

#### Galphimina-B

Dentro de los componentes más estudiados de la *G. glauca* esta la galphimina-B (C<sub>30</sub>H<sub>44</sub>O<sub>7</sub>) o (4R)-trihidroxi-13 $\alpha$ -metoxicarbonil-30-nor-3,4-seco-7 $\alpha$ ,18 $\beta$ fridela-1,20-dien-3,24-olido (Figura 17). Este compuesto fue aislado por primera vez en 1993 (Tortoriello y Ortega, 1993), encontrándolo como el más activo de las galphiminas, atribuyéndole efectos ansiolíticos (González et al., 2014), ya que este inhibe selectivamente las neuronas dopaminérgicas del área tegmental ventral, por un mecanismo independiente de la transmisión GABAérgica (Tortoriello et al. 1998) (Prieto et al., 1998), e interacciona con el sistema serotoninérgico del hipocampo dorsal, junto con posibles interacciones con el sistema serotoninérgico (Jiménez et al., 2011).



**Figura 17: Estructura química de Galphimina-B**

**Fuente:**

[https://www.fitoterapia.net/php/descargar\\_documento.php?id=6875&doc\\_r=sn&num\\_volumen=45&secc\\_volumen=7584](https://www.fitoterapia.net/php/descargar_documento.php?id=6875&doc_r=sn&num_volumen=45&secc_volumen=7584)

### **Presencia de galphimina-B**

*G. glauca* en su estado silvestre presenta concentraciones pequeñas de galphimina-B (G-B) en el interior de su estructura vegetal, principalmente en las partes aéreas como hojas, tallos, flores (Prieto y Monturiol., 2016), y en el cultivo de raíces transformadas (Giri y Narasau, 2000), y aunque se creería que en todas las poblaciones naturales se podría encontrar la presencia de este compuesto activo, estudios realizados a diversas poblaciones de *G. glauca* de distintas localidades de la República Mexicana mediante análisis de perfiles cromatográficos, encontraron que solo las poblaciones recolectadas de Doctor Mora en el estado de Guanajuato presentan contenido metabólico de este principio sedante (Tortoriello y Lozoya, 1991).

### **Efectos de galphimina-B**

Diversos estudios se han realizado respecto al efecto que la G-B presenta sobre el sistema nervioso, tanto en modelos animales como en pacientes que sufren un trastorno generalizado de ansiedad. Entre los resultados más destacados se reportan efectos semejantes e incluso en algunos casos excede la efectividad de las benzodiazepinas como el Lorazepam (Herrera et al., 2007) y el Diazepam (Herrera et al., 2006), además de no mostrar efectos secundarios en los pacientes como la tolerancia, intoxicación, dependencia o síndrome de supresión durante su uso (Herrera et al., 2012). Recientemente también se encontró que la galphimina-B no tiene efectos significativamente diferentes con la setralina demostrando su efectividad y seguridad en pacientes que padecen trastorno de ansiedad social (Romero-Cerecero y col., 2018).

Algunos otros trabajos que arrojan resultados sobre el efecto de la galphimina-B probados *in vivo* en modelos animales se muestran en la Tabla 6:

**Tabla 6. Efectos farmacológicos de Galphimina-B probados *in vivo* en modelos animales.**

<b>Extracto</b>	Galphimina B cristalizada
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	79 ratas Wistar
<b>Análisis</b>	Efectos sobre la actividad
<b>Trastorno</b>	Enfermedades del sistema nervioso central
<b>Dosis</b>	0.5, 1.0 and 2.5 mg/kg
<b>Control</b>	10% polietilenglicol
<b>Resultados</b>	La administración (sistémica y localizada) de Galphimine B, demostró efectos excitadores en neuronas localizadas principalmente en las Neuronas Tegmentales Ventrales que es un objetivo de los fármacos antipsicóticos
<b>Referencia</b>	Tortoriello et al., 2006
<b>Extracto</b>	Galphimina B purificada
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratas Wistar
<b>Análisis</b>	Efectos sobre las neuronas VTA a través de pinzas de parche
<b>Trastorno</b>	Enfermedades del sistema nervioso central
<b>Dosis</b>	1 $\mu$ M–5 mM
<b>Control</b>	No se reporto
<b>Resultados</b>	Acción sobre las neuronas VTA dopaminérgicas en un mecanismo no GABAérgico
<b>Referencia</b>	Prieto et al., 2003
<b>Extracto</b>	Fraccionamiento del extracto metanólico
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratones ICR macho
<b>Análisis</b>	Laberinto elevado plus
<b>Trastorno</b>	Ansiedad
<b>Dosis</b>	15 mg / kg de galphimines purificados o fracción rica en galphimine (GRF)

<b>Control</b>	5% interpolación 20
<b>Resultados</b>	El efecto ansiolítico indujo diferencias no significativas con diazepam
<b>Referencia</b>	Herrera et al., 2006
<b>Extracto</b>	Galphimina B cristalizada
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratones albinos machos
<b>Análisis</b>	Convulsiones inducidas por estricnina
<b>Trastorno</b>	Convulsiones
<b>Dosis</b>	10, 40, 80 mg/kg
<b>Control</b>	10% interpolación 80
<b>Resultados</b>	No es un efecto significativo
<b>Referencia</b>	Herrera et al., 2006
<b>Extracto</b>	Galphimina B cristalizada
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratones albinos machos
<b>Análisis</b>	Convulsiones inducidas por leptazol
<b>Trastorno</b>	Convulsiones
<b>Dosis</b>	10, 40, 80 mg/kg
<b>Control</b>	10% interpolación 80
<b>Resultados</b>	No es un efecto significativo
<b>Referencia</b>	Herrera et al., 2006
<b>Extracto</b>	Galphimina B cristalizada
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratones albinos machos
<b>Análisis</b>	Potenciación de general Anestésicos
<b>Trastorno</b>	Convulsiones
<b>Dosis</b>	10, 40, 80 mg/kg
<b>Control</b>	10% interpolación 80

<b>Resultados</b>	Aumento significativo del tiempo de narcosis inducido por pentobarbital sódico. Los efectos más altos se encuentran a 80 mg / kg
<b>Referencia</b>	Tortoriello y Ortega 1993
<b>Extracto</b>	Fracción metanólica, fracción rica en galphimine Galphimine A, B y E
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	Ratones ICR macho
<b>Análisis</b>	Prueba de campo abierto, prueba de evitación pasiva, prueba de natación forzada.
<b>Trastorno</b>	Cambios de comportamiento
<b>Dosis</b>	25, 100, 250 y 500 mg / kg p.o. GRF: 5, 15 y 30 mg / kg p.o, GA, GB y GE (5, 10 y 30 mg / kg p.o
<b>Control</b>	1% interpolación 20
<b>Resultados</b>	El efecto causado en parte por su interacción con los sistemas dopaminérgico y glutaminérgico in vivo.
<b>Referencia</b>	Santillan et al., 2018
<b>Extracto</b>	extracto metanólico
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Modelo</b>	8 grupos de ratones albinos ICR
<b>Análisis</b>	Test del laberinto en cruz elevado, Test de luz-oscuridad, Test de natación forzada
<b>Trastorno</b>	Excitación nerviosa
<b>Dosis</b>	125, 250, 500, 1000 y 2000 mg / kg
<b>Control</b>	Suero salino
<b>Resultados</b>	Efecto actividad ansiolítica de la planta comparable a la producida por el Diazepam, pero no efecto antidepresivo.
<b>Referencia</b>	Herrera Ruiz et al., 2006
<b>Extracto</b>	Galfimina A, B, E y sus derivados químicos
<b>Parte de la planta utilizada</b>	hojas secas de G. glauca
<b>Modelo</b>	ratones ICR

<b>Análisis</b>	laberinto en cruz
<b>Trastorno</b>	Excitación nerviosa
<b>Dosis</b>	15 mg / kg de 1, 2, 6 y GRF
<b>Control</b>	
<b>Resultados</b>	Efecto de tipo ansiolítico
<b>Referencia</b>	Herrera Ruiz et al., 2006
<b>Extracto</b>	acuoso, etanólico y metanólico
<b>Parte de la planta utilizada</b>	Partes aéreas de la planta
<b>Modelo</b>	ratones ICR
<b>Análisis</b>	pruebas de genotoxicidad
<b>Trastorno</b>	
<b>Dosis</b>	2,5 g / kg, p.o.
<b>Control</b>	
<b>Resultados</b>	No demostró efectos toxicológicos o genotóxicos, ni efecto citotóxico en útero, nasofaringe y ovario, pero sí en colon
<b>Referencia</b>	Aguilar-Santamaría et al. 2007

Para el caso de ensayos clínicos en humanos para tratar los trastornos relacionados con las ansiedades reportadas para *G. glauca* y su extracto la galphimina-B podemos encontrar los casos reportados en la Tabla 7:

**Tabla 7. Ensayos clínicos en humanos para tratar los trastornos relacionados con las ansiedades reportadas para *Galphimia glauca***

<b>Ensayo clínico</b>	Estudio doble ciego, aleatorizado, controlado con Lorazepam
<b>Extracto (solo o en combinación)</b>	Acuoso
<b>Partes de la planta utilizada</b>	Hojas y tallos
<b>Dosis</b>	Capsulas de 310 mg de extracto acuoso seco
<b>Duración del estudio</b>	4 semanas
<b>Control</b>	Lorazepam

<b>Muestra (número de pacientes)</b>	152
<b>Escala</b>	HAM
<b>Resultados</b>	Mismo efecto ansiolítico que el lorazepam. Reducción de efectos secundarios
<b>Tolerabilidad, seguridad o LD50</b>	Bien tolerado
<b>Referencia</b>	Herrera et al. 2007
<b>Ensayo clínico</b>	
	Estudio doble ciego, aleatorizado, controlado con Lorazepam
<b>Extracto (solo o en combinación)</b>	Galphimina B purificada
<b>Partes de la planta utilizada</b>	Hojas y tallos
<b>Dosis</b>	0,175 mg de galfimina B
<b>Duración del estudio</b>	12 semanas
<b>Control</b>	Lorazepam
<b>Muestra (número de pacientes)</b>	191
<b>Escala</b>	HAM
<b>Resultados</b>	Efecto ansiolítico superior al Lorazepam
<b>Tolerabilidad, seguridad o LD50</b>	Bien tolerado
<b>Referencia</b>	Herrera et al., 2012
<b>Ensayo clínico</b>	
	Estudio aleatorizado doble ciego
<b>Extracto (solo o en combinación)</b>	Galphimina B purificada
<b>Partes de la planta utilizada</b>	Partes aéreas
<b>Dosis</b>	Dosis de 0,374 mg / de galfina B
<b>Duración del estudio</b>	10 semanas

<b>Control</b>	Sertralina
<b>Muestra (número de pacientes)</b>	34
<b>Escala</b>	BSPS
<b>Resultados</b>	Sin diferencia significativa con el uso de sertralina
<b>Tolerabilidad, seguridad o LD50</b>	Bien tolerado
<b>Referencia</b>	Romero-Cerecero et al., 2018
<b>Ensayo clínico</b>	
	Ensayo clínico aleatorio, doble ciego.
<b>Extracto (solo o en combinación)</b>	
	Galphimina B purificada
<b>Partes de la planta utilizada</b>	
	Partes aéreas
<b>Dosis</b>	
<b>Duración del estudio</b>	4 semanas
<b>Control</b>	Lorazepam
<b>Muestra (número de pacientes)</b>	
<b>Escala</b>	CGI y PGE
<b>Resultados</b>	El efecto no era diferente del producido por Lorazepam
<b>Tolerabilidad, seguridad o LD50</b>	Bien tolerado
<b>Referencia</b>	Herrera-Arellano et al 2007
<b>Ensayo clínico</b>	
	Ensayo clínico aleatorio, doble ciego.
<b>Extracto (solo o en combinación)</b>	
	Galphimina B purificada
<b>Partes de la planta utilizada</b>	
	Partes aéreas
<b>Dosis</b>	
<b>Duración del estudio</b>	15 semanas
<b>Control</b>	Lorazepam

<b>Muestra (número de pacientes)</b>	
<b>Escala</b>	CGI y PGE
<b>Resultados</b>	Con una menor dosis se lograba el efecto terapéutico y se mantenía desde la primera semana. E incluso, en las últimas semanas de estudio, excedía la efectividad terapéutica conseguida con las benzodiazepinas.
<b>Tolerabilidad, seguridad o LD<sub>50</sub></b>	La seguridad terapéutica obtenida con ambos tratamientos no mostraba diferencias significativas entre grupos.
<b>Referencia</b>	Herrera-Arellano et al. 2012

**Métodos de extracción y cuantificación de la galphimina-B**

La extracción de galphimina-B se realiza principalmente de las partes aéreas de la planta (*Cardozo-Taketa, et al., 2008*), lugar donde principalmente se biosintetiza y acumula (*Lozada, 2006*). Para identificar, aislar y cuantificar este metabolito en análisis experimentales se utilizan métodos cromatográficos convencionales (*Villareal et al., 2014*) como lo son cromatografía en capa fina y cromatografía de líquidos de alta resolución (*Tortoriello et al., 2009*).

El objetivo del presente capítulo fue determinar si las poblaciones naturales presentes en el estado de Aguascalientes son activas al fitoquímico Galphimina-B

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Las muestras de material vegetal (hojas) colectadas por procedencia, fueron sometidas a un proceso de extracción etanólica para análisis cromatográficos que servirán para determinar si estas presentan actividad de galphiminas.

Extracto etanólico partiendo de material vegetal de la especie *G. glauca*

a) Secado del material vegetal

Las hojas se secaron en la oscuridad a una temperatura de 22°C, con una humedad relativa de 23.1%, el tiempo de secado fue de 20 días en un área ventilada, con el material extendido y sobre papel estraza como se muestra en le Figura 18.



**Figura 18. Secado de material vegetal colectado (hojas).**

**Fuente: Elaboración propia 2021**

b) Molienda

El material vegetal de *G. glauca* (hojas) de cada procedencia, se trituro por separado en un mortero de cerámica hasta quedar un polvo fino, como se observa en la Figura 19.



**Figura 19. Molienda de material vegetal (hojas), por procedencia.**

**Fuente: Elaboración propia 2021**

c) Extracción

La extracción de compuestos se realizó utilizando como solvente etanol al 96%, utilizando 1.5 ml por 500 miligramos por muestra molida, como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20. Pesaje de material vegetal molido y preparación de mezcla con solvente.**  
**Fuente: Elaboración propia 2021.**

Una vez realizada la mezcla, esta se sometió a un agitado continuo por 30 segundos por muestra, para posteriormente sonicar durante 10 minutos y centrifugar por 5 minutos a 3000 revoluciones, como se ilustra en la Figura 21.



**Figura 21. Proceso de las muestras mediante agitación, sonicado y centrifugación.**  
**Fuente: Elaboración propia 2021.**

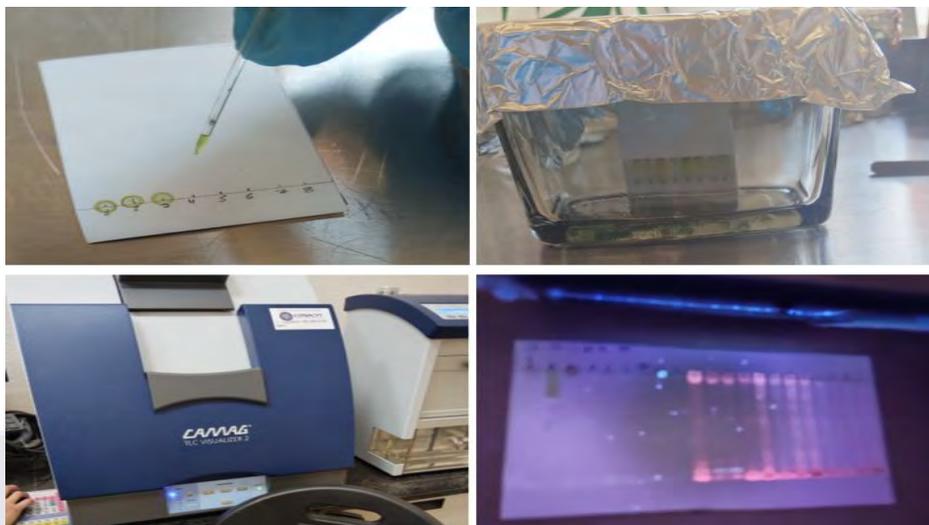
Pasados 3 días en temperatura ambiente el solvente se filtró, para posteriormente evaporar el solvente en baño maría a 75° C, los extractos se dejaron evaporando durante 30 horas, transcurrido este tiempo se guardaron las muestras en tubos Eppendorf a 4 °C para su posterior envío a la Universidad Autónoma del estado de Morelos (UAEM), donde se realizarán los análisis cromatográficos para determinar la actividad y presencia del compuesto galphimina-B en las muestras colectadas, el procedimiento descrito se muestra en la secuencia de la Figura 22.



**Figura 22. Filtrado, evaporación, envasado y almacenaje de los extractos.**

**Fuente: Elaboración propia**

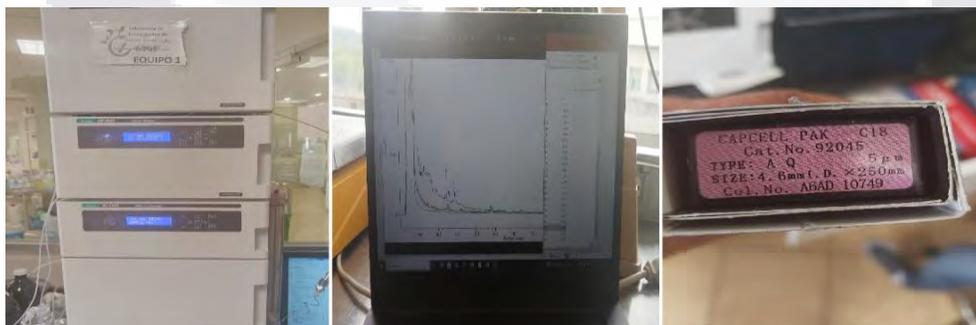
Los análisis cromatográficos en capa fina se llevaron a cabo en el laboratorio de Biotecnología de Plantas Medicinales del Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos mediante la siguiente metodología: Se aplicaron 2  $\mu\text{L}$  de los extractos correspondientes de cada localidad evaluada, así como los extractos crudos de 2 poblaciones (Doctor Mora, Guanajuato; Tepoztlán, Morelos) productoras de galphimina-B con actividad ansiolítica y sedante así como de ácido gálico de actividad antiinflamatoria, identificado en investigaciones previas. Los extractos se aplicaron directamente a la placa cromatográfica para lo cual se usó un capilar de vidrio. Posteriormente, la placa se colocó en una fase móvil de cloroformo: acetato de etilo (2:1 v/v) y se dejó correr durante 20 min. Después, se asperjó con una solución de vainillina (1 g de vainillina en 100 mL de ácido sulfúrico) y se sometió a una temperatura de 120 °C hasta la obtención de bandas que indicaron la presencia o ausencia de galphiminas, mediante la comparación con los  $R_f$  de muestras auténticas de control. Una vez estandarizado el método en laboratorio, se realizó cromatografía en capa fina en CAMAG®, con la finalidad de automatizar el proceso y aumentar la resolución lograda. El procedimiento cromatográfico realizado en laboratorio se muestra en la Figura 23.



**Figura 23. Procedimiento cromatográfico realizado en laboratorio.**

**Fuente: Elaboración propia**

Para la separación de los componentes de los extractos de cada procedencia y mediciones cuantitativas más precisas, las muestras se procesaron mediante la técnica de cromatografía en capa fina de alto rendimiento (CLAE), en un detector JASCO® Extrema, con una fase móvil portadora de las muestras y una fase estacionaria no polar (columna) tipo A Q, donde se inyectaron 30  $\mu$ L por muestra de población, así como una muestra control formada con galphimina pura. Se empleó un tiempo de 60 minutos por medición y las determinaciones se realizaron por triplicado. El equipo utilizado para este análisis cromatográfico en capa fina de alto rendimiento se muestra en la Figura 24.

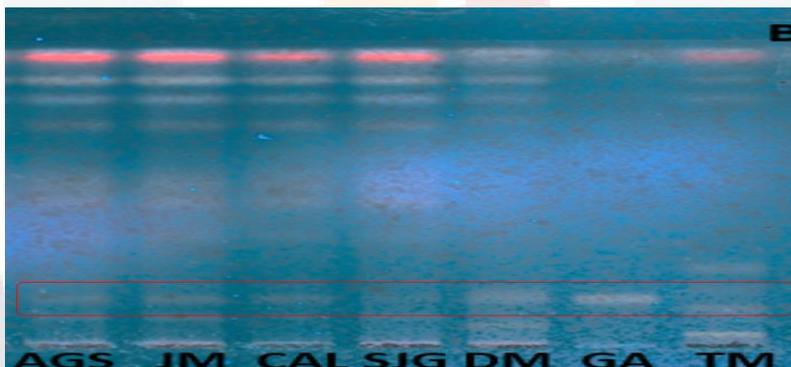


**Figura 24. Equipo cromatográfico en capa fina de alto rendimiento (CLAE), utilizado en laboratorio.**

**Fuente: Elaboración propia**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos provenientes de ejemplares silvestres de AGS, JM, CAL y SJG, muestran mediante la técnica cromatográfica, el revelado en color violeta en la placa, color distintivo para compuestos bioactivos de la familia de las galphiminas (*Sharma et al., 2012*). La presencia de estos compuestos bioactivos de tipo nor-secofrieàelanos denominados galphiminas, parecen coincidir con el perfil químico de los extractos estándar de las poblaciones de Dr. Mora confirmadas con presencia de galphimina-B (*Cardoso-Taketa et al., 2004*). Además, se mostró de manera similar para las cuatro localidades evaluadas, un perfil uniforme que revela la presencia de compuestos color naranja aún sin identificar y compuestos de color azul, estos últimos se sugiere podrían corresponder a los derivados del ácido tetragaloilquínico, el cual es de interés médico y científico por sus propiedades antiinflamatorias, aunque este no se encuentre directamente relacionado con las galphiminas (*Iglesias et al., 2022*). El perfil químico obtenido del análisis cromatográfico de las muestras evaluadas y de los controles con compuestos bioactivos se muestra en la Figura 25.

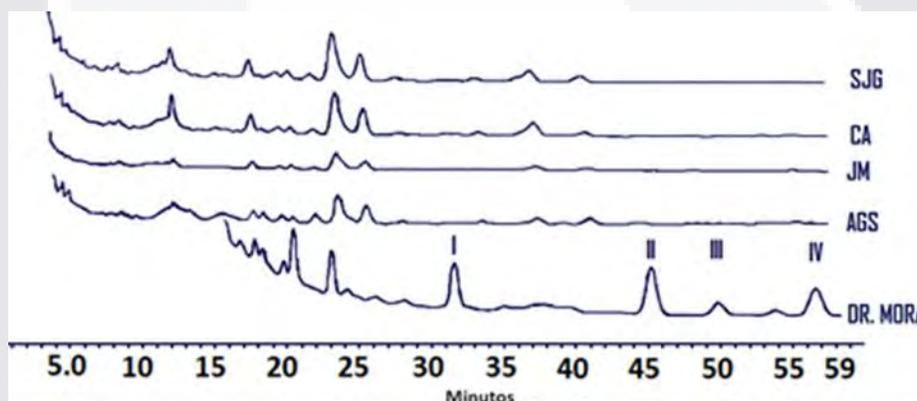


**Figura 25. Revelado del perfil químico de extractos de ejemplares silvestres mediante placa cromatográfica. AGS (Aguascalientes), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina).**

**Fuente: Elaboración propia**

El análisis de cromatografía en capa fina de alto rendimiento (CLAE), arrojó mediante la comparativa de los cromatogramas resultantes de los extractos etanoicos evaluados de las poblaciones de AGS, JM, CAL y SJG, que estos presentaron picos en los tiempos promedios de elución del rango de las galphiminas en un primer momento de 38.5 min. Y en segundo momento de 42.5 min. Mientras que la fracción de galphiminas puras provenientes de Dr. Mora se observan sus picos en los tiempos de elución de primer

momento de 32.5 y segundo momento de 46.5 min. Esto indica que no corresponde a la fracción de galphimina-B o alguna anteriormente descrita (Sharma et al. 2012), lo que podría suponer la presencia de alguna galphimina aun no identificada. La ausencia de galphimina-B en los 4 extractos provenientes de las comunidades silvestres del estado de Aguascalientes, resultan diferentes a lo observado para esta especie en estudios aplicados en otras regiones, donde se observa la presencia de este compuesto en diferentes concentraciones (Cardoso-Taketa et al. 2008; Sharma et al. 2012; y Balderas et al. 2020). La ausencia de galphimina-B en los extractos de las 4 poblaciones de Aguascalientes a diferencia del extracto de Dr. Mora (bioactiva a galphimina B), pueden deberse a factores ambientales como la temperatura, humedad e iluminación (Wang et al., 2004), La comparativa de los cromatogramas obtenidos por CLAE de los extractos de los 4 sitios evaluados y el extracto de Dr. Mora (activó a galphimina-B), se muestran en la Figura 26.



**Figura 26. Separación de galphiminas por CLAE en extractos etanólicos de cuatro poblaciones de *G. glauca*. Aguascalientes (AGS), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJK) y Dr. Mora (planta productora de galphimina).**

## CONCLUSIÓN

El perfil cromatográfico revelado para los extractos obtenidos de ejemplares silvestres de cuatro localidades de Aguascalientes evaluadas en este proyecto, parecían mostrar la presencia de galphimina-B, por el tipo de coloración revelada, además de metabolitos de interés medico como el ácido gálico. Sin embargo, para el caso concreto de la galphimina-B, una vez realizado el análisis comparativo mediante CLAE, contra un estándar proveniente de ejemplares bioactivos como los de Dr. Mora, se pudo observar que los tiempos de los picos de elusión en los perfiles químicos de los extractos de AGS, JM, CAL y SJK no coincidían con el perfil de Dr. Mora, descartando su presencia. Aunque estos

picos registrados en las comunidades silvestres del estado de Aguascalientes pudieran indicar la presencia de contenido de compuestos, posiblemente de la familia de las galphiminas para este caso aún sin identificar.

Estos resultados confirman que la especie de *G. glauca* en México presenta variaciones importantes en su perfil bioquímico. Para el caso concreto de las poblaciones de Aguascalientes, se presenta la oportunidad de continuar con estudios fitoquímicos, metabolómicos y genéticos de esta especie en estado silvestre, con la finalidad de obtener datos concretos de cuantificación de concentraciones de estos compuestos e identificar los metabolitos restantes y su función.

## REFERENCIAS

- Aguilar-Santamaria L, Ramírez G, Herrera-Arellano A, Zamilpa A, Jiménez JE, Alonso-Cortes D. Toxicological and cytotoxic evaluation of standardized extracts of *Galphimia glauca*. *J Ethnopharmacol* (2007); 109:35-40.
- Balderas, G. S., Alcalá, R. E., Ortíz-Caltempa, A., Cardoso-Taketa, A., & Villarreal, M. L. (2020). Variation in the production of sedative and anxiolytic compounds among *Galphimia* sp. populations grown in a greenhouse. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 30(1), 99-102. <https://doi.org/10.1007/s43450-020-00010-y>
- Camacho M. R., J. D. Phillipson, S. L. Croft, D. Marley, G. C. Kirby and D. C. Warhurst. (2002). Assessment of the Antiprotozoal Activity of *Galphimia glauca* and the Isolation of New Nor-secofriedelanes and Nor-friedelanes. *Journal of Natural Products* 65:1457-1461. DOI: 10.1021/np010419i
- Cardoso Taketa, AT, Lozada-Lechuga, J., Fragoso-Serrano, M., Villarreal, ML y Pereda-Miranda, R. (2004). Aislamiento de nor-secofriedelanos a partir de extractos sedantes de *Galphimia glauca*. *Revista de productos naturales*, 67 (4), 644-649.
- Cardoso-Taketa, A. T., Pereda-Miranda, R., Choi, Y. H., Verpoorte, R., & Villarreal, M. L. (2008). Metabolic profiling of the Mexican anxiolytic and sedative plant *Galphimia glauca* using nuclear magnetic resonance spectroscopy and multivariate data analysis. *Planta Medica*, 74(10), 1295-1301.
- Dorsch W, Bittinger M, Kaas A, Müller A, Kreher B, Wagner H, Antiasthmatic effects of *Galphimia glauca*, gallic acid and related compounds prevent allergen- and platelet-

- activating factor-induced bronchial obstruction as well as brochial hyperreactivity in guinea pigs. *Int Arch Allergy Immunol* (1992);97: 1-7.
- González-Cortazar, M., M. Herrera-Ruiz, A. Zamilpa A, E. Jiménez-Ferrer, S. Marquina S, L. Alvarez and J. Tortoriello. (2014). Anti-inflammatory activity and chemical profile of *Galphimia glauca*. *Planta Medica Journal* 80(1):90-6. DOI: 10.1055/s-0033-1360150
- Griffiths LA. On the distribution of genetisic acid in green plants. *J Exp Bot* (1959); 10: 437-442.
- GIRI, A. y NARASAU, LM. (2000). Transgenic hairy roots: recent trends and applications. *Biotechnology Advances*,18:1-22.
- Herrera-Ruiz M, González-Cortazar M, Jiménez-Ferrer E, Zamilpa A, Alvarez L, Ramírez G, Tortoriello J. "Anxiolytic effect of natural galphimines from *Galphimia glauca* and their chemical derivatives." *J. Nat. Prod.* (2006) Jan; 69(1): 59-61.
- Herrera-Ruiz M, Jiménez-Ferrer JE, De Lima TC, Avilés-Montes D, Pérez-García D, González-Cortazar M et al "Anxiolytic and antidepressant-like activity of a standardized extract from *Galphimia glauca*." *Phytomedicine.* (2006); 13(1-2): 23-28.
- Herrera-Arellano A, Jiménez-Ferrer E, Zamilpa A, Morales-Valdéz M, GarcíaValencia CE, Tortoriello J. "Efficacy and tolerability of a standardized herbal product from *Galphimia glauca* on generalized anxiety disorder. A randomized, double-blind clinical trial controlled with lorazepam." *Planta Med.* (2007); 73: 713-717.
- Herrera-Arellano A, Jiménez-Ferrer E, Zamilpa A, García-Alonso G, Herrera-Álvarez C, Tortoriello J. "Therapeutic Effectiveness of *Galphimia glauca* vs. Lorazepam in Generalized Anxiety Disorder. A controlled 15-Week Clinical Trial". *Planta Med.* (2012); 78: 1529-1535.
- Hussain S, Schönlichler SA, Güzel Y, Sonderegger H, Abel G, Rainer M, Huck CW, Bonn GK. Solid-phase extraction of galloyl- and caffeoylquinic acids from natural sources (*Galphimia glauca* and *Arnicae flos*) using pure zirconium silicate and bismuth citrate powders as sorbents inside micro spin columns. *J Pharm Biomed Anal.* (2013) Oct; 84():148-58.
- Iglesias, D., Donato Capote, M. D., Méndez Tenorio, A., Valdivia, A. V., Gutiérrez-García, C., Paul, S., ... & Sharma, A. (2022). Identification of putative candidate genes from *Galphimia* spp. Encoding enzymes of the galphimines triterpenoids synthesis pathway with anxiolytic and sedative effects. *Plants*, 11(14), 1879.

- Jimenez-Ferrer E, Herrera-Ruiz M, Ramirez-Garcia R, Herrera-Arellano A, Tortoriello J. Interaction of the natural anxiolytic Galphimine.B with serotonergic drugs on dorsal hippocampus in rats. *J Ethnopharmacol* (2011); 137: 724-729.
- León-Álvarez, E., C. M. Pacheco, R. Gesto-Borroto, L. Acosta-Urdapilleta, M. Tellez Tellez, R. Barreto Gonzalez, P. N. Nuñez-Aragon, M. L. Villareal (2024). Anti-inflammatory, Radical-Scavenging, and Chelating Activities of Nor-Triterpenes from Galphimia Species. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 34(3) DOI:10.1007/s43450-023-00506-3.
- Lozada Lechuga Jorge, Aplicación de la Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución en el establecimiento del perfil triterpénico del tipo norsecofriedelano de la planta medicinal Galphimia glauca”. Tesis, (2006). Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Müller A, Reiter S, Wirth C, Wagner H. Anticomplementary flavonoids from Galphimia glauca. *Phytomedicine*. (1998) Oct; 5(5):341-5.
- Nezmélyi A, Kreher B, Müller A, Dorsch W, Wagner H. Tetragalloylquinic acid, the major antiasthmatic principle of Galphimia glauca. *Plant Med* (1993); 59:164-7.
- Prieto José Ma. y Monturiol Cristina. Potencial antialérgico y ansiolítico de la Galphimia glauca. *Revista de Fitoterapia* (2016); 16 (1): 49-55 UCL.
- Prieto-Gómez B., Tortoriello J., Vázquez-Alvarez A., Reyes-Vázquez C. Galphimine b modulates synaptic transmission on dopaminergic ventral tegmental area neurons. *Planta Med*. (2003); 69:38–43. doi: 10.1055/s-2003-37043.
- Romero-Cerecero O., Islas-Garduño A.L., Zamilpa A., Pérez-García M., Tortoriello J. Therapeutic effectiveness of *Galphimia glauca* in young people with social anxiety disorder: A pilot study. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* (2018); 2018:1716939. doi: 10.1155/2018/1716939.
- Santillán-Urquiza M.A., Herrera-Ruiz M., Zamilpa A., Jiménez-Ferrer E., Román-Ramos R., Tortoriello J. Pharmacological interaction of *Galphimia glauca* extract and natural galphimines with ketamine and haloperidol on different behavioral tests. *Biomed. Pharmacother.* (2018) ;103:879–888. doi: 10.1016/j.biopha.2018.04.082.
- Sharma, A., Folch, J. L., Cardoso-Taketa, A., Lorence, A., Villarreal, M. L., (2012). DNA barcoding of the Mexican sedative and anxiolytic plant Galphimia glauca. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(2), 371-378. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874112006307> doi: 10.1016/j.jep.2012.09.022

- Tortoriello J, Lozoya X. Effect of Galphimia glauca methanolic extract on neuropharmacological tests. *Planta Med* (1992); 58: 234236.
- Tortoriello J., Ortega A. Sedative effect of galphimine B, a nor-seco-triterpenoid from Galphimia glauca. *Planta Med.* (1993);59:398–400. doi: 10.1055/s-2006-959717.
- Tortoriello J, Ortega A, Herrera-Ruiz M, Trujillo J, Reyes-Vazquez C. Galphimine-B modifies electrical activity of ventral tegmental área neurons in rats. *Planta Med* 1998; 64: 309-313.
- Tortoriello Garcia Jaime, Herrera Arellano Armando, Zamilpa Álvarez Alejandro, Jiménez Ferrer Jesús Enrique, Maribel Lucila Herrera, Ruiz Maira Estrella, Huerta Reyes Manasés, González Cortazar. Método para obtener un extracto seco de galphimia glauca, composiciones farmacéuticas que comprenden dicho extracto y uso de las composiciones para el tratamiento de la ansiedad. Patente de invención, (22 de mayo 2009).
- Villarreal María Luisa, Alexandre Cardoso-Taketa, Anabel Ortíz y Ashutosh Sharma “Biotecnología para producir medicinas de plantas mexicanas”, (1 de agosto de 2014) | Vol. 15 | Núm. 8 | ISSN 1607 – 6079  
<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num8/art62/>
- Wang ,Yh., Tang Jk., Nicholson P., Hylands, J., Sampson, I., Whitcombe, Cg, Stewart, S., Caiger, I., Holmes E. (2004) Metabolomis strategy for the classification and quality control of phytomedicine: a case study of chamomile flower(*Matricariarecutita*). *PlantaMedica*, 70: 250-255.
- Osuna, L., Pereda-Miranda, R., Villarreal M.L. “In vitro production of sedative galphimine B by cell suspensión cultures of Galphimia glauca”, *Biotechnology Letters*, (2002), 24, pp. 257-261.

**CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA PRODUCCIÓN  
DE PLANTA DE *GALPHIMIA GLAUCA* A PARTIR DE SEMILLAS Y  
VARETAS**

## RESUMEN

*Galphimia glauca*, es una especie de interés mundial por los componentes obtenidos de ella. Existen diversos estudios y ensayos clínicos de esta planta y sus derivados, los cuales concluyen que su presencia, acumulación y concentraciones dependen de la genética de la especie y de variables ecológicas. Casi la totalidad de los reportes con *G. glauca* se realizan utilizando métodos de propagación vegetativa *in vitro* como con el cultivo por esquejes, micropropagación de explantes de yemas axilares y cultivos de callos, sin embargo, recientemente se ha tratado de propagar de manera *ex situ* con la finalidad de obtener concentraciones de bioactivos más altas y homogéneas. No obstante, aun la información referente a la propagación y manejo de esta especie es limitada y para el caso de Aguascalientes prácticamente nula. El objetivo de este capítulo es evaluar métodos para producción de planta de *G. glauca* a partir de semillas y varetas. Los resultados arrojaron que las semillas de *G. glauca* presentan algún tipo de latencia, limitando su propagación por su bajo porcentaje de germinación, mismo que se puede incrementar con escarificación física y tratamientos hormonales, en cuanto a la propagación mediante vareta, los resultados de este estudio arrojan que no es la opción más factible, teniendo porcentajes de prendimiento menores a otras especies forestales no maderables sometidas a este mismo proceso.

## INTRODUCCIÓN

### Manejo y aprovechamiento de *G. glauca*

Actualmente no existe información en la literatura sobre el manejo y aprovechamiento *in situ* de *G. Glauca*. De manera natural se puede propagar por semillas dispersadas por el viento y el agua (Anderson, 2007) y se sabe que en ciertas zonas principalmente grupos indígenas y adultos mayores de algunos estados del país hacen uso de ella (García-Loza, 2016), aunque la extracción de material se hace de manera clandestina (Lara-Villalobos, 2005), sin embargo en la actualidad se está impulsando el rescate, producción, uso y comercio de esta especie, dentro de los programas de farmacia viviente como una alternativa sostenible de proyecto productivo para comunidades (CONAFOR, 2020).

El manejo y aprovechamiento *ex situ* de *G. glauca* se realiza mediante la producción y reproducción a través de la germinación de semillas (Herrera-Ruiz.et al., 2006), el cultivo

por esquejes (Floridata, 2015), micropropagación de explantes de yemas axilares (Murashige y Skoog, 1962) y cultivos de callos (Osuna et al., 2002), con la finalidad de obtener y seleccionar los mejores ejemplares (Villareal et al., 2014) para su posterior análisis, como lo reportan Rojas y colaboradores (2005), en donde la propagación *in vitro*, mostró efectos positivos sobre algunos compuestos sintetizados producidos por la planta. Recientemente Balderas y colaboradores (2020) realizaron un estudio donde se evaluó el perfil químico y morfológico de ejemplares de *G. glauca*, aclimatados en condiciones de invernadero y germinación de semillas *in vitro*, encontrando que, en comparación con ejemplares silvestres las partes vegetativas tuvieron diferencias morfológicas notables, aunque en la presencia y acumulación de tritirpenos se concluyó son independientes del manejo, teniendo acumulación de los principios sedantes del mismo orden de magnitud que el observado en la planta silvestre (Osuna et al., 2002), valores aun bajos para lograr su escalamiento industrial (Villareal et al., 2014).

El objetivo del presente capítulo fue evaluar métodos para la producción de planta de *G. glauca* a partir de semillas y varetas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Colecta de semilla y varetas**

La colecta de semillas y varetas se llevó a cabo en los mismos sitios de muestreo donde se obtuvo el material vegetal para la identificación fitoquímica y análisis de los extractos. Los sitios georreferenciados se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8. Localización geográfica de los sitios de muestreo**

PROCEDENCIA	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
Aguascalientes (AGS)	21° 52' 55.89"N, 102° 25' 14.84" O
Jesús María (JM)	21° 54' 24.63" N, 102° 31' 59.19"O
Calvillo (C)	21° 53' 30.56"N, 102° 35' 39.37" O
San José de Gracia (SJG)	22° 9' 22.46"N, 102° 32' 27.22"O

El número de arbustos seleccionados para colecta se realizó conforme al número de individuos localizados por área muestreada y que cumplieran con las características fenotípicas deseadas que se describen en la Tabla 9.

**Tabla 9. Características de individuos donadores.**

No deben presentar daños por plagas o enfermedades	Con una buena capacidad de producción de semilla	Compacto, altura entre 1 y 1.7 m
		

**Evaluación de semilla en laboratorio**

La semilla obtenida se colectó en los meses de noviembre y diciembre procurando proviniera de selección de ejemplares que cumplieran los criterios fenotípicos de individuos tipo, en función del objetivo prioritario de la especie según el manual para el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal, dentro de los cuales se buscó fueran sanos, vigorosos, libres de plagas y enfermedades, en edad reproductiva, ser los más sobresalientes del rodal y estar señalizados (CONAFOR, 2018).

El manejo y caracterización de la semilla colectada se realizó en base a la Guía para la manipulación de semillas forestales publicado por la FAO (1991) y se dividió en 2 etapas.

- En campo una vez que se identificó la especie se procedió a documentar las características de los ejemplares, la selección de frutos maduros por planta y colecta de estos. Los frutos colectados se depositaron en bolsas de papel etiquetadas correctamente con fecha de recolección, sitio, ubicación geográfica y nombre del recolector para posteriormente ser transportadas al área de procesamiento donde se buscó reducir lo más posible el período de tránsito.
- En laboratorio se realizó un oreo previo y limpieza para eliminar las ramitas, trozos de corteza, follaje y otras impurezas, este procedimiento se llevó a cabo en un lugar seco, fresco, bien ventilado donde finalmente fueron almacenadas en bolsas de papel (Figura 27) y contenedores herméticos.



**Figura 27. Almacenaje de semillas colectadas.**

**Fuente: Elaboración propia**

***Permeabilidad de la semilla***

Primero se tomaron muestras de 50 semillas de cada procedencia, 25 de ellas fueron sujetas a escarificación retirándoles la cascara o cubiertas y fueron pesadas en seco, el otro lote de 25 semillas con cascara también fue pesado. Posteriormente todas las muestras fueron sometidas a un periodo de imbibición de 24 horas. La tasa de imbibición se calculó restando el peso de las semillas después de la imbibición menos el peso inicial como lo describe Osuna *et. al* (2016) en su trabajo, con la finalidad de evaluar actividad en las semillas, la secuencia de pesado se muestra en la Figura 28.



**Figura 28. Pesaje de semillas antes y después de imbibición.**

**Fuente: Elaboración propia**

***Viabilidad de la semilla***

Para evaluar la viabilidad se tomaron muestras de 50 semillas por procedencia realizando pruebas por flotación en agua destilada, las muestras de cada procedencia se dividieron en dos grupos para ser embebidas, 25 de ellas con cubierta o cascara y 25 de ellas sin ella.

Cada muestra se depositó en un contenedor de agua por 24 horas, transcurrido el tiempo las semillas vanas flotaron y las viables cayeron al fondo del contenedor. El porcentaje de viabilidad se calculó con la siguiente fórmula descrita por De los Santos-Rodríguez (2015).

$$\% \text{ viabilidad por flotación} = \frac{(\text{número total de semillas} - \text{número de semillas flotantes})}{\text{Número total de semillas (N)}} * 100$$

**Germinación de la semilla**

Se realizaron pruebas de germinación para determinar qué proporción de las semillas de cada procedencia germinarían en condiciones favorables.

La prueba de germinación se llevó a cabo durante los meses de febrero, marzo y abril de 2022, en el Laboratorio de Granos y Semillas del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. La prueba se realizó a muestras de semillas de cada procedencia evaluada aplicando los tratamientos que se muestran en la Tabla 10 durante 24 horas.

**Tabla 10. Tratamientos aplicados a las semillas para evaluar germinación**

Sitio	Imbibición en agua destilada			Imbibición en solución ácido giberélico		
	Con cascara (Testigo)	Con cascara/ Escarificada a la siembra (T1)	Escarificada (T2)	Escarificada		
				500ppm (T3)	2000ppm (T4)	4000ppm (T5)
AGS	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas
JM	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas
CAL	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas
SJG	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas	20 semillas

Testigo= Semillas embebidas en agua destilada y sembradas con cáscara.

T1= Semillas embebidas en agua destilada con cáscara y escarificadas a la siembra.

T2= Semillas escarificadas, embebidas en agua destilada y sembradas.

T3= Semillas escarificadas, embebidas en solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y A.G.3 a 500ppm y sembradas.

T4= Semillas escarificadas, embebidas en solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y A.G.3 a 2000ppm y sembradas.

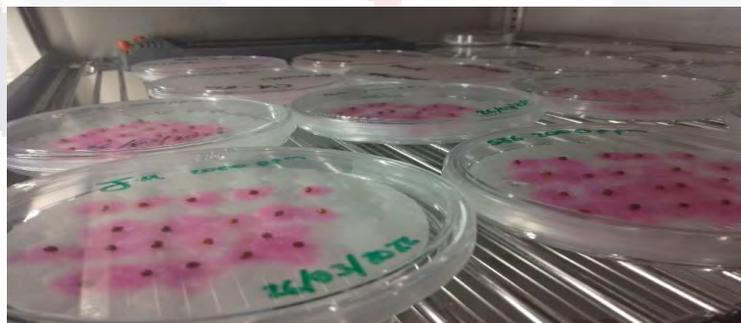
T5= Semillas escarificadas, embebidas en solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y A.G.3 a 4000ppm y sembradas.

Transcurrido el tiempo de imbibición en los tratamientos, las muestras se colocaron en cajas Petri plásticas con almohadillas de algodón humedecidas con agua destilada. Antes de sembrar las semillas estas fueron tratadas con fungicida agrícola Ridomil Gold durante 20 segundos; basándose en la metodología de Vázquez y col. (2012), como se muestra en la Figura 29.



**Figura 29. Tratamiento y siembra de semillas en contenedor**  
**Fuente: Elaboración propia**

La unidad experimental consistió en una caja petri a la que se le colocaron 20 semillas por procedencia y tratamiento. Todas las cajas fueron etiquetadas con datos de sitio de colecta y fecha de siembra e incubados en una cámara de germinación en temperatura controlada de 25 °C + 2°C y 16 horas de fotoperiodo por 30 días. La incubación y acomodo se muestran en la Figura 30.



**Figura 30. Incubación de unidades experimentales en cámara de germinación**  
**Fuente: Elaboración propia**

Se realizaron conteos de semillas germinadas por caja cada 2 días, hasta ajustar los 30 días posteriores a la siembra. El criterio para calificar semillas germinadas se basó en la presencia de la radícula al momento de la observación, como se muestra en la Figura 31.



**Figura 31. presencia de radícula en semillas germinadas para su conteo**

**Fuente: Elaboración propia**

El porcentaje de germinación fue calculado a partir de las semillas germinadas y el total de semillas en caja.

Los datos experimentales obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), usando el programa Statistica StatSoft 6.0; además, se realizó la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). con el cual se obtuvieron los porcentajes de germinación que posteriormente se graficaron en el programa de paquetería Office Excel® de Microsoft 365®.

***Evaluación en planta producida por semilla***

Una vez realizadas las pruebas de germinación *in vitro* y con los resultados obtenidos, se pudo determinar que las semillas de *G. glauca* presentan algún tipo de latencia, y requieren de un tratamiento pregerminativo. Sin embargo, al desconocer la información sobre los efectos del A.G.3. en el desarrollo vegetativo de las plantas tratadas, el día 11 de mayo del 2022 se procedió a seleccionar 20 semillas de cada procedencia, las cuales fueron escarificadas y embebidas en distintos tratamientos con dosis de A.G.3. Los tratamientos empleados se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11. Tratamientos en semillas sembradas**

	<b>Escarificada</b>			
	<b>Imbibición en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	<b>Imbibición en solución H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y A.G.3</b>		
<b>Sitio</b>	<b>Testigo</b>	<b>500ppm (T1)</b>	<b>2000ppm (T2)</b>	<b>4000ppm (T3)</b>
AGS	5 semillas	5 semillas	5 semillas	5 semillas
JM	5 semillas	5 semillas	5 semillas	5 semillas
CAL	5 semillas	5 semillas	5 semillas	5 semillas
SJG	5 semillas	5 semillas	5 semillas	5 semillas

Transcurrido un periodo de imbibición de 24 horas de las semillas en cada tratamiento, se procedió a realizar la siembra directa en charolas de poliestireno, con volumen en cada cavidad de 170 cm<sup>3</sup>, llenas con mezcla de sustrato comercial y suelo. Esto se llevó a cabo en el vivero de investigación del CCA de la UAA, en condiciones de fotoperiodo natural bajo techo, temperatura promedio de 26° y humedad relativa de 25%, rangos con los cuales aumenta la germinación en semillas forestales hasta en 100%, sometidas a tratamientos pregerminativos (Varela y Arana, 2011). Se aplicaron riegos 2 veces por semana y se monitoreo la humedad del sustrato diariamente como se recomienda en trabajos de propagación vegetal mediante esta técnica (Martínez-Pérez et al., 2006). El sembrado de la charola y el lugar donde se realizó la actividad se muestra en la Figura 32.



**Figura 32. Vivero de investigación del CCA y sembrado de semillas en charola**  
**Fuente: Elaboración propia**

Se realizó un conteo de emergencia de semilla por procedencia y tratamiento cada 2 días durante 3 semanas, periodo de tiempo de evaluación que se tomó de otros modelos de producción de planta de arbustivas silvestres (Álvarez et al., 2007). La emergencia de plántula se consideró con las características de la Figura 33.



**Figura 33. Emergencia de plántula de *G. glauca* en vivero.**  
**Fuente: Elaboración propia**

En base al plan de acción trazado para este método, una vez contabilizadas las semillas emergidas por tratamiento y sitio de procedencia, se evaluó cada uno de estos brotes de plántula en relación con las características morfológicas, calidad y sobrevivencia. Estas variables se evaluaron una vez al mes, durante un periodo de 4 meses a partir de la siembra de las semillas. La secuencia de evaluación del desarrollo se muestra en la Figura 34.



**Figura 34. Evaluación del desarrollo da las plántulas de *G. glauca* en vivero.**

**Fuente: Elaboración propia**

Las características de calidad evaluadas fueron altura, diámetro de tallo y condición radicular. Estas mediciones se realizaron una vez por semana y en conjunto se les asigno un valor por planta donde 1 representó plantas malas, 2 plantas buenas y 3 plantas muy buenas. La altura se tomó con un flexómetro de 1 metro de alcance y el diámetro con un vernier de acero ambos de la marca Petrul®. Mientras que para la condición radicular se clasifico en base a sus características físicas como cantidad, longitud y estado del cepellón, donde 1 fue condición radicular buena y 2 condición radicular mala. Los parámetros evaluados de la parte área de la planta, así como de su sistema radicular, fueron en base a los parámetros asignados por los viveros de producción de planta forestal de climas templados (CONAFOR, 2005).

Los datos experimentales obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), usando el programa Statistica StatSoft 6.0; además, se realizó la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). con el cual se obtuvieron los porcentajes de germinación que posteriormente se graficaron en el programa de paquetería Office Excel® de Microsoft 365®.

**Evaluación en planta producida por vareta**

El material para propagación vegetativa de *G. glauca*, fue colectado en dos épocas de corte, latencia temprana (noviembre) y latencia tardía (marzo), con el objetivo de evaluar en que temporada se tiene mayor éxito de propagación. Los ejemplares donde se obtuvo el material fueron seleccionados acorde a las recomendaciones del Manual de Reforestación de Especies Nativas (Arriaga, et al., 1994), con la finalidad de obtener material de calidad de las plantas más vigorosas y sanas. Las etapas del proceso de propagación se describen en la Tabla 12.

**Tabla 12. Procedimiento de colecta y manejo de material vegetativo**

Procedimiento de colecta y manejo de material vegetativo	
<p>1. Elección de la planta donante</p>	<p>Los ejemplares donantes se eligieron acorde a las siguientes características; arbustos libres de plagas, enfermedades y vigorosos.</p> 
<p>2. Obtención de varetas</p>	<p>La obtención de las varetas se realizó durante la mañana (6:00 a 9:00), un primer corte en el mes de noviembre del 2021, y un segundo en el mes de marzo del 2022. Se eligieron brotes por localidad de entre 15 y 20 cm de largo en condiciones de sombra, se cortaron hojas, yema terminal y los brotes laterales que estaban presentes.</p> 
	<p>Se aplicó producto fitoregulator de la marca <b>RAIZONE*-PLUS</b>, la forma de realizar el tratamiento fue utilizándolo directamente de la lata. Bastó con humedecer la base de la estaca e introducir en el polvo enraizador y se procedió a plantarla cuidando que no se cayera el polvo al tiempo de introducirlo al hoyo en el medio de cultivo.</p>

<p>3. Aplicación de fitorregulador</p>	
<p>4. Propagadores y medios de enraizamiento</p>	<p>El propagador fue mediante el uso de macetas con capacidad de 1 litro de sustrato. Se manejaron 2 tipos de sustratos para evaluar cual favorecía más este tipo de propagación. El primero de ellos fue compuesto de mezcla comercial de turba-suelo. El segundo fue compuesto de turba-suelo del sitio de colecta.</p> 
<p>5. Riego</p>	<p>El riego se realizó durante las mañanas, de manera manual con fumigadora para simular el riego pulverizado.</p> 

Los tratamientos aplicados para este experimento consistieron en las variables sitio, época de corte y sustrato utilizado como medio propagador, mismos que se muestran en la Tabla 13.

**Tabla 13. Tratamientos en varetas**

Sitio	Época de corte	Numero de varetas total	Varetas en sustrato 1	Varetas en sustrato 2
Ags	Latencia temprana	40	20	20
	Latencia tardía	40	20	20
CAL	Latencia temprana	40	20	20
	Latencia tardía	40	20	20
JM	Latencia temprana	40	20	20
	Latencia tardía	40	20	20
SJG	Latencia temprana	40	20	20
	Latencia tardía	40	20	20

Las características morfológicas, calidad de la planta y sobrevivencia evaluadas se muestran en la Tabla 14. Y se realizaron transcurrido un periodo de 6 meses a partir de la plantación de las varetas. Periodo de tiempo recomendado para el establecimiento de estas (Cazas, 2017), y en el que se cumple la formación de callos, desarrollo de la raíz, fortalecimiento de las varetas enraizadas, proceso de rizo génesis, prendimiento y sobrevivencia (Centellas et al., 2011).

**Tabla 14. Variables evaluadas en producción vegetativa.**

VARIABLES DE RESPUESTA	MÉTODO
Numero de brotes por vareta	Se realizo un conteo directo de brotes de las varetas hasta la semana 24.
Diámetro basal (mm)	Se realizó una medición directa de los brotes de las varetas hasta la semana 24.
Altura (cm)	Se realizo una medición directa en los brotes de las varetas hasta la semana 24.
Numero de varetas enraizadas	Se realizo un conteo directo de las varetas hasta la semana 24.
Porcentaje de prendimiento	Se realizaron los respectivos cálculos en cada tratamiento con la siguiente relación: número de plantas prendidas hasta la semana 24.

<p>Porcentaje de sobrevivencia</p>	<p>Se realizaron los respectivos cálculos en cada tratamiento con la siguiente relación: número de plantas vivas hasta la semana 24.</p>
------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Figura 35. Desarrollo foliar como evidencia de prendimiento de varetas**

**Fuente: Elaboración propia**

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistica StatSoft 6.0, con el cual se obtuvieron los porcentajes de las variables evaluadas y que posteriormente se graficaron en el programa de paquetería Office Excel® de Microsoft 365®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Semilla***

Los recorridos en campo nos mostraron la degradación ecológica presente en los sitios con presencia de esta especie y la poca cantidad de ejemplares que se pudieron identificar, siendo Jesús María la procedencia donde se localizaron la mayoría de estos, mientras que la procedencia de San José de Gracia resulto ser la más errática.

La cantidad de material semillas y varetas obtenidas por procedencia para este objetivo se muestran en la Tabla 15.

***Tabla 15. Numero de arbustos muestreados por sitio y cantidad de material de propagación colectado***

Procedencia	No. De arbustos localizados	No. De arbustos muestreados	Cantidad de semilla colectada
AGS	12	4	868
JM	132	4	1220
C	32	4	919
SJG	4	4	1073

**Permeabilidad de la semilla**

Para la evaluación de la permeabilidad en la cubierta de la semilla, se observó que las semillas incrementaron su peso, indicando la absorción de agua, en semillas con y sin cubierta. Lo que nos indica que en teoría no existiría la latencia física impuesta por cubiertas impermeables, la cual puede tener diferentes efectos: interferencia con la toma de agua, restricción mecánica, interferencia con el intercambio gaseoso o prevenir la salida de inhibidores (Orozco y Sánchez, 2013), los pesos por procedencia en las semillas escarificadas antes y después de la imbibición se muestran en la Tabla 16, mientras que los pesos por procedencia en las semillas no escarificadas antes y después de la imbibición se muestran en la Tabla 17.

**Tabla 16. Peso antes y después imbibición sin cascara**

ESCARIFICADA				
Procedencia	Cantidad de semillas	Peso inicial	Peso final	Diferencia
AGS	25	0.048g	0.056g	0.008g
JM	25	0.055g	0.070g	0.015g
C	25	0.040g	0.056g	0.016g
SJG	25	0.042g	0.061g	0.019g

**Tabla 17. Peso antes y después imbibición con cascara**

NO ESCARIFICADA				
Procedencia	Cantidad de semillas	Peso inicial	Peso final	Diferencia
AGS	25	0.089g	0.137g	0.048g
JM	25	0.092g	0.140g	0.048g
C	25	0.082g	0.149g	0.067g
SJG	25	0.083g	0.129g	0.046g

**Viabilidad de la semilla**

Las pruebas de viabilidad por flotación aplicadas en laboratorio arrojaron que existen diferencias entre el porcentaje de viabilidad final entre semillas con cascara y sin cascara. Mostrando que en general las semillas sin cubierta tuvieron un promedio de viabilidad del 66% (Tabla 18), mientras las que presentaron cubierta arrojaron un 0% de viabilidad (Tabla 19).

**Tabla 18. Viabilidad en semillas con cascara**

NO ESCARIFICADA				
Procedencia	Cantidad de semillas	Semillas flotantes	Semillas precipitadas	Porcentaje de viabilidad
AGS	25	25	0	0
JM	25	25	0	0
C	25	25	0	0
SJG	25	25	0	0

**Tabla 19. Viabilidad en semillas sin cascara**

ESCARIFICADA				
Procedencia	Cantidad de semillas	Semillas flotantes	Semillas precipitadas	Porcentaje de viabilidad
AGS	25	10	15	60
JM	25	6	19	76
C	25	8	17	68
SJG	25	10	15	60

**Germinación de la semilla**

Los resultados obtenidos en el análisis de germinación en laboratorio arrojaron datos que al interpretarse clasifican efectos de tratamientos en tres grupos. El de las semillas que no recibieron ningún tratamiento pregerminativo a la siembra (Testigo), el de aquellas que fueron escarificadas a la siembra (T1 y T2) y el de las que fueron escarificadas y embebidas con A.G.3 (T3, T4 y T5). Esto, independientemente del lugar de procedencia donde las semillas hayan sido colectadas como se muestra en la Figura 36.

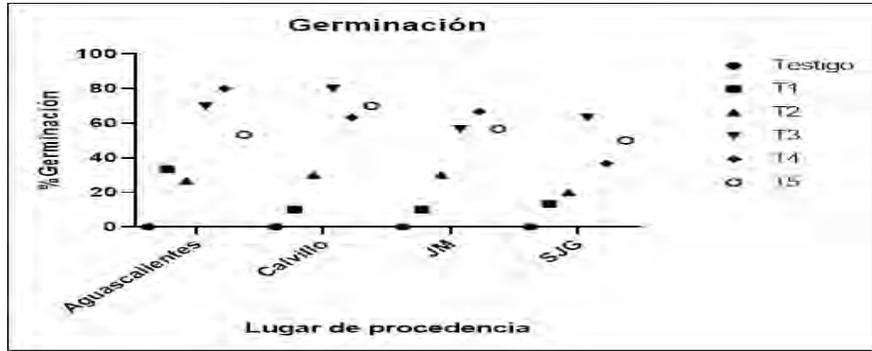


Figura 36. Porcentaje de germinación por procedencias y tratamientos.

Fuente: Elaboración propia

Al ser analizados los datos por cada procedencia se encontró que, al finalizar el periodo de evaluación para la procedencia de Aguascalientes (AGS), el tratamiento con mayor porcentaje de germinación fue el T4 con un 80%, seguido del T3 con 70%, T5 con 53.33%, T1 con 33.33%, T2 con 26.66% y finalmente el Testigo, el cual presentó germinación nula como se muestra en la Figura 37.

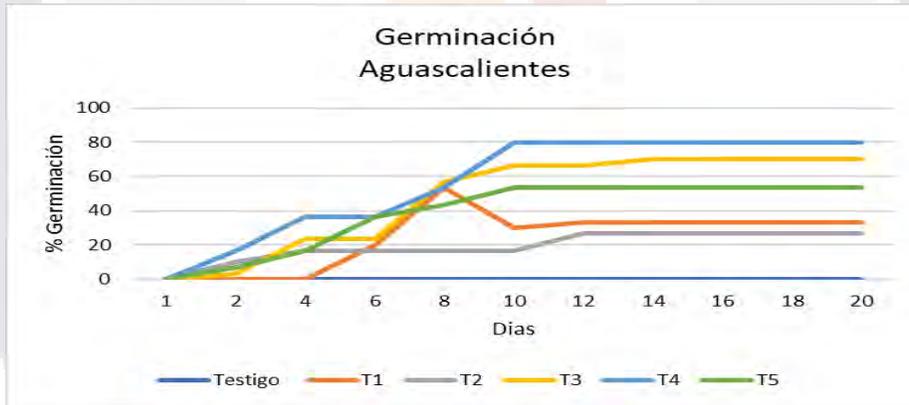


Figura 37. Porcentaje de germinación en procedencia de AGS en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento.

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la procedencia de Calvillo (C), el mejor tratamiento reportado fue el T3 con 80%, seguidos de los T5 con 70%, el T4 con 63.33%, el T2 con 30%, T1 con 10% y el Testigo que reportó 0% de germinación, como lo podemos observar en la Figura 38.



**Figura 38. Porcentaje de germinación en procedencia de C en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento.**

**Fuente: Elaboración propia**

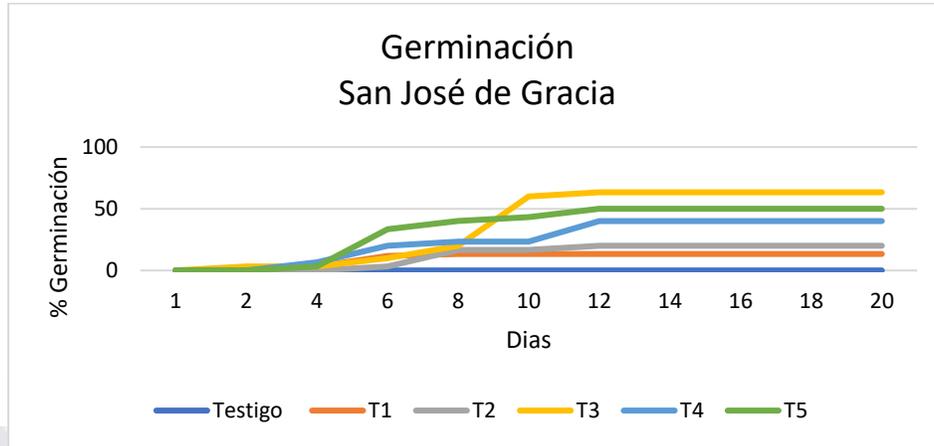
El análisis de datos para la procedencia de Jesús María (JM) reportó que el tratamiento más efectivo para germinación de semillas de *G. glauca*, fue el T con 66.66% mientras que los T3 y T5 tuvieron un 56.66% de germinación, el T2 con 30%, el T1 con el 10% y el Testigo con 0% de germinación como se puede observar en la Figura 39.



**Figura 39. Porcentaje de germinación en procedencia de JM en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento.**

**Fuente: Elaboración propia**

Para la procedencia de San José de Gracia (SJG), el mejor tratamiento presentó un 63.33% de germinación el cual fue T3, seguidos de los T5 con 50%, T4 con 40%, T2 con 20%, T1 con 13.33% y finalmente el Testigo, el cual no presentó germinación como se muestra en la Figura 40.



**Figura 40. Porcentaje de germinación en procedencia de SJG en número de días posteriores a la siembra y acorde al tratamiento.**

**Fuente: Elaboración propia**

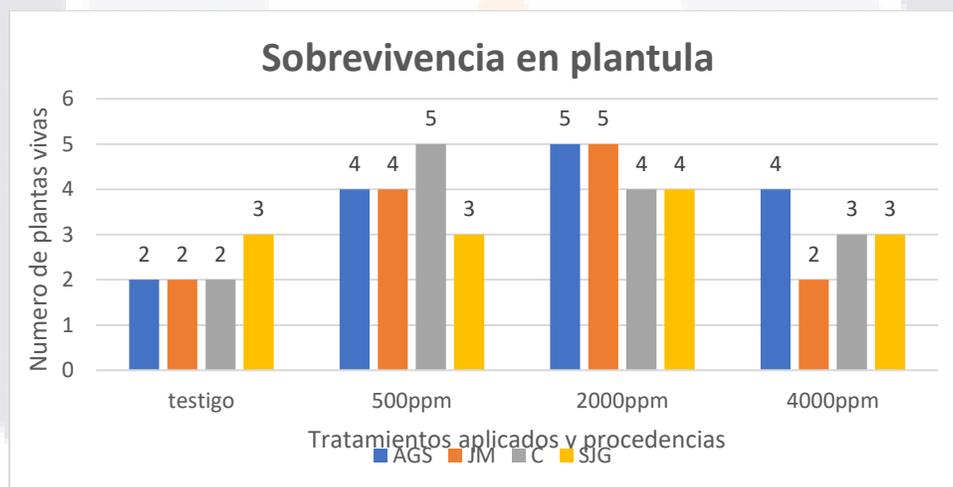
Los datos observados en este ensayo de germinación muestran independientemente del sitio de colecta que la semilla de *G. glauca*, en condiciones controladas de laboratorio presenta un periodo de germinación, no mayor a las dos semanas transcurridas a la siembra, confirmando la no dormancia de las semillas tratadas y evaluadas como lo reportan Baskin y Baskin (1998), en sus estudios de medición de dormancia en laboratorio con especies forestales.

**Desempeño de la planta producida por semilla**

Los resultados para este análisis mostraron que después de 20 días de siembra, las semillas escarificadas y sometidas a los tratamientos T2 y T3 en condiciones de vivero, presentaron el mayor porcentaje de germinación y emergencia, coincidiendo con los resultados obtenidos en este mismo estudio en la evaluación de germinación en laboratorio, donde la utilización de los mismos tratamientos pregerminativos arrojaron los mayores porcentajes de germinación. El alto índice de germinación en las semillas tratadas de *G. glauca* se debe al empleo de pretratamientos con sustancias químicas, combinado con la eliminación del pericarpio como lo reporta Moussa-et al., (1998), al trabajar con semillas de palma silvestres, al igual que Pérez et al., (2008), quienes encontraron que la remoción del endocarpio favorece la rápida germinación en semillas de *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck, además de alcanzar porcentajes de éxito cercanos al 100%. Contrariamente Mayo-Mosqueda et al., (2017), en su estudio con la especie silvestre *C. ghiesbreghtiana* en condiciones de vivero, mostraron que las semillas escarificadas y remojadas con agua

destilada por 24 horas, tuvieron porcentajes del 70% de germinación, mayores al 52% de las semillas escarificadas y tratadas con ácido giberelico por el mismo tiempo.

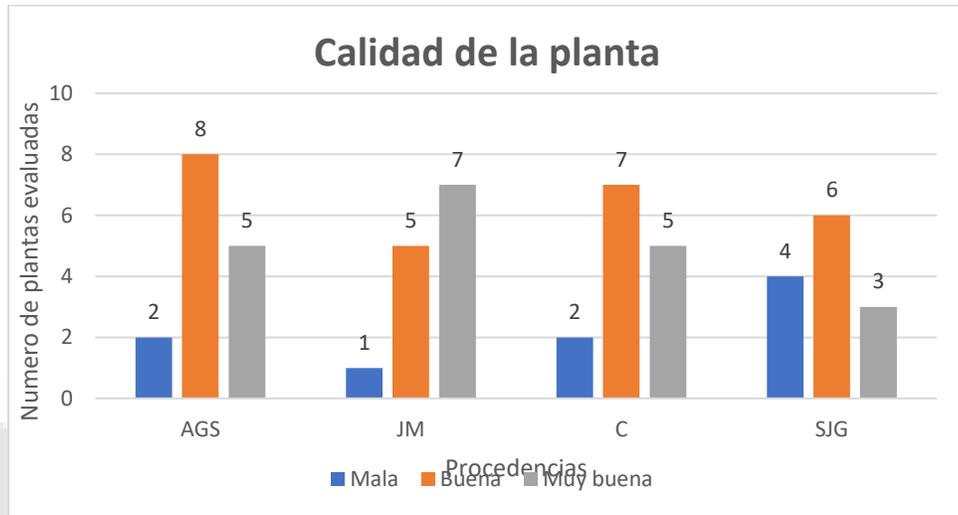
Para tener un parámetro de los efectos de las dosis del A.G.3. la sobrevivencia, desarrollo y calidad de las plántulas emergidas se evaluó hasta un periodo de 4 meses, tiempo que se requiere para que una especie de clima templado alcance las dimensiones adecuadas para su cosecha en vivero, como lo recomienda el manual técnico de producción de planta (CONAFOR, 2005). Al final de este periodo de evaluación se pudo observar que las plantas que en origen sus semillas fueron escarificadas y tratadas con una dosis de 2000ppm de A.G.3, tuvieron los mejores porcentajes de sobrevivencia independientemente de la procedencia del material, mientras que las plantas que en su origen las semillas fueron escarificadas y embebidas solo con agua destilada denominadas testigo, obtuvieron los porcentajes de sobrevivencia más bajos como se muestra en la Figura 41.



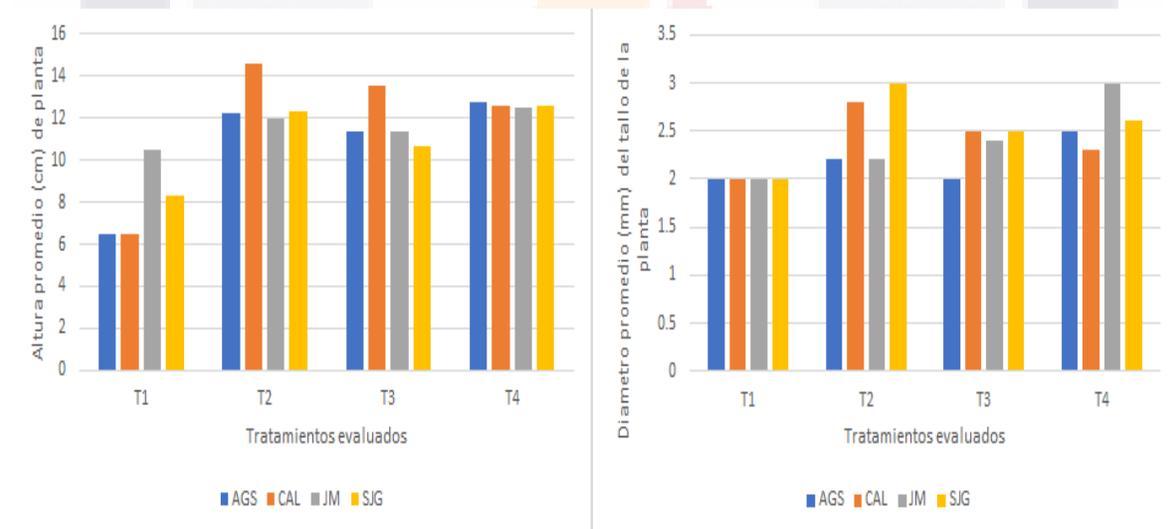
**Figura 41. Porcentaje de sobrevivencia en plántula por procedencia y tratamientos después de 6 meses de siembra.**

**Fuente: Elaboración propia**

Se encontró que la mejor calidad se presentó en la planta procedente de Aguascalientes y que la de menor calidad según los parámetros evaluados fue la procedente de San José de Gracia. Aunque en general la mayoría de la planta producida cumple con las condiciones requeridas para especies forestales de rápido crecimiento producidas en condiciones de vivero (SEDAGRO, 2007). La calidad de la planta en general y procedencia se muestran en la Figura 42.



**Figura 42. Evaluación de la calidad de la planta por procedencia, después de 4 meses de siembra.**  
**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 43. Variables de calidad evaluadas altura y diámetro basal por procedencia y tratamiento, después de 4 meses de siembra.**  
**Fuente: Elaboración propia**

En el caso de la evaluación de condición radicular, se encontró que, en el momento de realizar la clasificación, todas las plántulas presentaban una buena condición, esto independientemente del tamaño de planta y su diámetro basal, por lo que todas fueron clasificadas como buenas.

**Vareta**

Los recorridos en campo nos mostraron la degradación ecológica presente en los sitios con presencia de esta especie y la poca cantidad de ejemplares que se pudieron identificar, siendo Jesús María la procedencia donde se localizaron la mayoría de estos, mientras que la procedencia de San José de Gracia resultó ser la más errática.

La cantidad de varetas obtenidas por procedencia para este objetivo se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 20. Numero de arbustos muestreados por sitio y cantidad de material de propagación colectado**

Procedencia	No. De arbustos localizados	No. De arbustos muestreados	Cantidad de varetas colectadas
AGS	12	4	25
JM	132	4	25
C	32	4	25
SJG	4	4	25

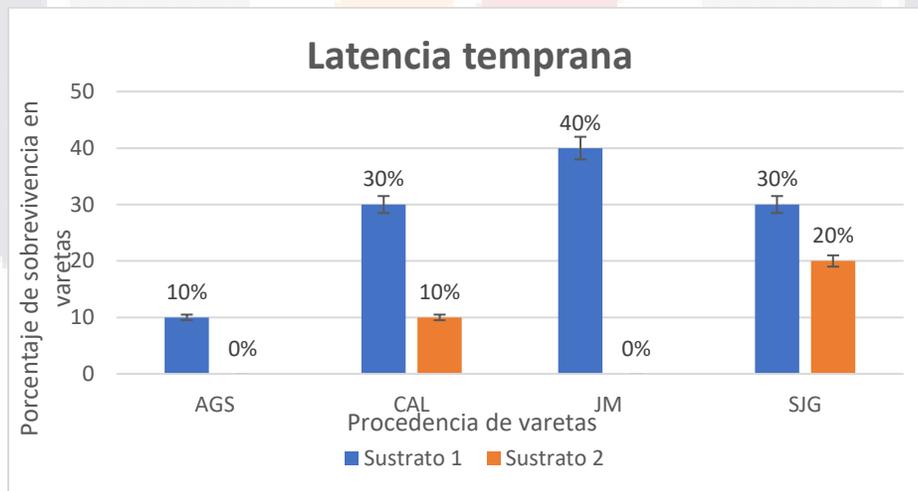
**Desempeño de la planta producida por vareta**

Los resultados obtenidos para las variables morfológicas evaluadas en la propagación de varetas por procedencia y para cada ciclo de corte se muestran en la tabla 21.

**Tabla 21. Porcentaje de sobrevivencia de varetas en tratamientos**

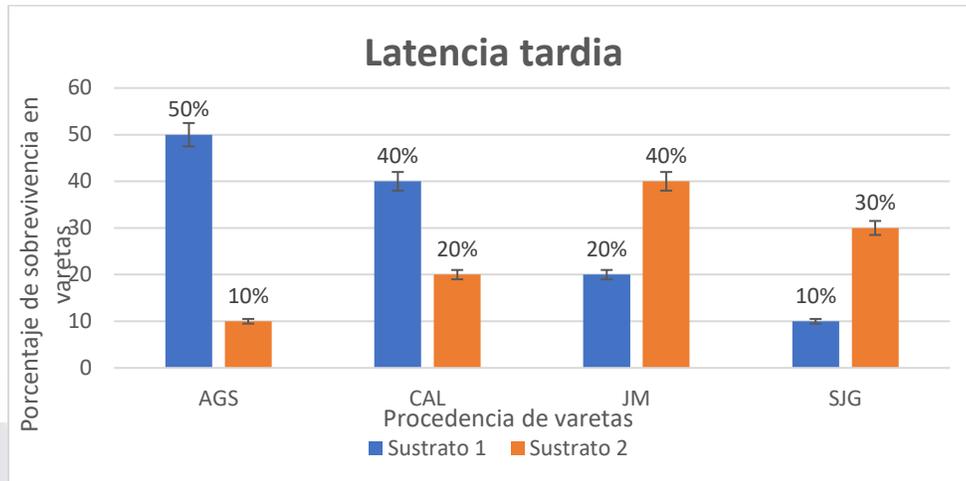
Procedencia	Época de corte	Sustrato 1		Sustrato 2	
		Varetas	Porcentaje de sobrevivencia	Varetas	Porcentaje de sobrevivencia
AGS	Latencia temprana	10	10%	10	0%
	Latencia tardía	10	50%	10	10%
CAL	Latencia temprana	10	30%	10	10%
	Latencia tardía	10	40%	10	20%
JM	Latencia temprana	10	40%	10	0%
	Latencia tardía	10	20%	10	40%
SJG	Latencia temprana	10	30%	10	20%
	Latencia tardía	10	10%	10	30%

Los resultados finales de sobrevivencia en general para este tipo de propagación en *G. glauca* mostraron porcentajes erráticos no mayores al 40%, en material colectado en la época de latencia temprana, mientras que el material colectado a finales de latencia obtuvo sobrevivencia de hasta del 50% en la precedencia de AGS, porcentajes semejantes a lo reportado con otras especies silvestres arbustivas no maderables propagadas mediante este mismo método, donde muestran sobrevivencias de 50% en orégano (*Blando et al., 2005*) y de 64.3% en romero (*Cazas, 2017*). En lo que se refiere a la época de obtención de material para propagación según Hartmann y Kester, (1977) las estacas de especies caducifolias pueden cortarse en la estación de reposo, y obtener buenos porcentajes de enraizamiento, de acuerdo a la tendencia que tuvieron las estacas de *G. glauca* al ser enraizada durante el reposo, en el presente estudio resultó que la mejor época es la latencia tardía debido a que se vuelven a activar las yemas, y se ejerce un fuerte estímulo sobre el enraizado provocando la síntesis de sustancias promotoras de enraizamiento, los porcentajes de sobrevivencia por procedencia en sustrato se muestran en la Figura 44 para latencia temprana y en la Figura 45 para latencia tardía.



**Figura 44. Porcentaje de sobrevivencia en varetas por procedencia en sustratos 1 y 2 en latencia temprana.**

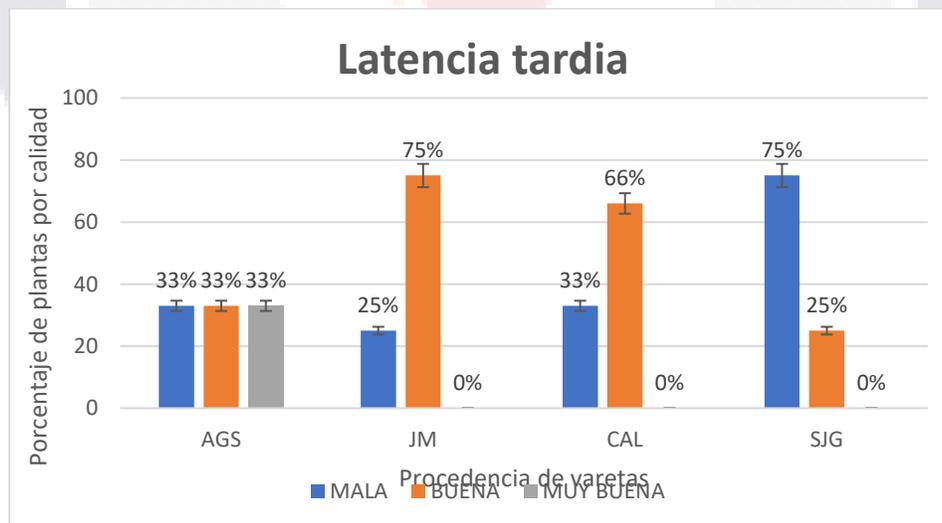
**Fuente: Elaboración propia**



**Figura 45. Porcentaje de sobrevivencia en varetas por procedencia en sustratos 1 y 2 en latencia tardía.**

**Fuente: Elaboración propia**

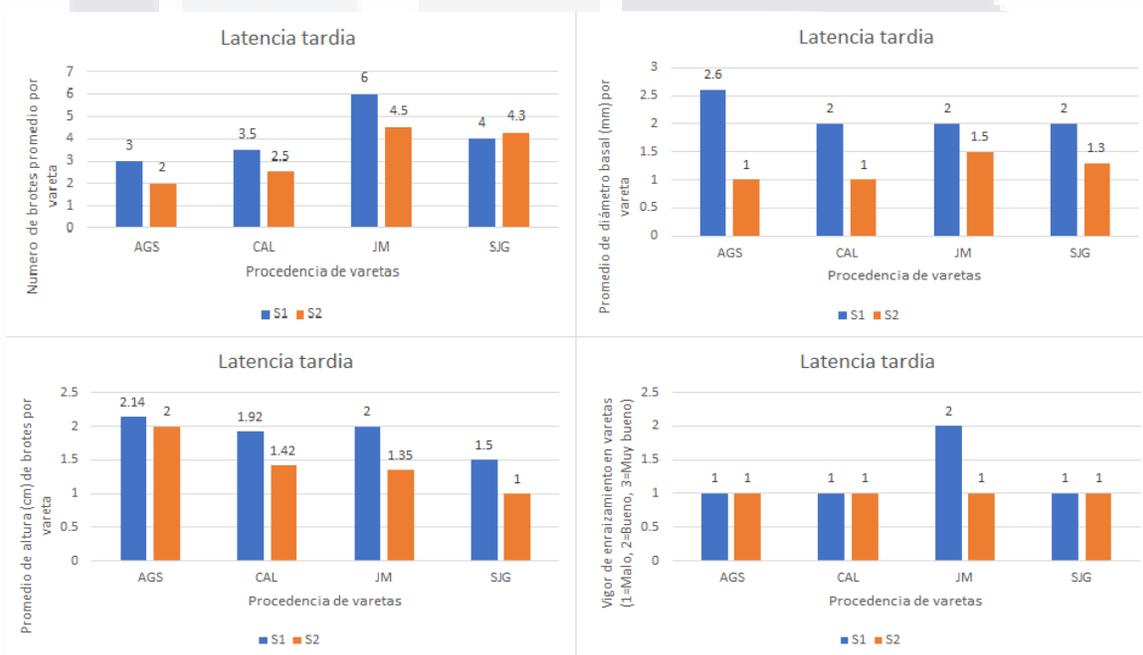
Una vez identificado que el tiempo de obtención de varetas en latencia tardía tuvo en general, los mejores números en cuanto a sobrevivencia, se obtuvieron porcentajes de clasificación de calidad de estas plantas establecidas como se muestra en la Figura 46. En donde si bien la mayoría de las plantas propagadas no fue clasificada dentro de la categoría de muy buena, muchas de ellas se clasificaron como buenas y solo el material procedente de SJG mostro características altamente deficientes.



**Figura 46. Porcentaje de planta propagada por varetas colectada en latencia tardía, clasificada por calidad.**

**Fuente: Elaboración propia**

En cuanto al sustrato utilizado como medio propagador, los mejores porcentajes de prendimiento y sobrevivencia pudieron observarse en el medio 1, compuesto de mezcla de suelo y sustrato, esto coincide con el estudio de Cazas (2017) el cual reporta que la mezcla de suelo con sustrato comercial favorece el crecimiento longitudinal de raíces adventicias, ya que estos son apropiados en un sustrato suelto capaz de proporcionar espacio poroso adecuado con una excelente distribución de aire y retención de agua con buen drenaje del exceso de agua, evitando la saturación del sustrato. Chávez (2009), indica que esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de la planta. Las variables evaluadas para calidad entre sustratos y procedencias se muestran en la Figura 47.



**Figura 47. Porcentaje de variables evaluadas para calidad entre sustratos en etapa de latencia tardía.**

**Fuente: Elaboración propia**

## CONCLUSIÓN

Las semillas de *G. glauca* presentan adaptaciones adecuadas para su dispersión: son numerosas, pequeñas (2.98 a 3.08 mm) y livianas (333 mg/semilla). Sin embargo, los análisis realizados en laboratorio para este estudio mostraron que las semillas de esta especie presentan algún tipo de latencia, limitando su propagación por su bajo porcentaje

de germinación. Un método para la producción de planta en condiciones de vivero es incrementar la germinación en semillas de *G. glauca* con la remoción del pericarpio, seguida de un tratamiento con soluciones de agua destilada y ácido giberelico a una concentración de 2000 ppm por 24 horas. Con este tratamiento se puede asegurar la emergencia por arriba del 70% y una sobrevivencia de plántulas en el periodo de 4 meses arriba del 80%. Alcanzando los parámetros de calidad mínimos en características como, diámetro, altura, sistema radicular y lignificación establecidos para producción de planta forestal. Esta estrategia de tratamientos pregerminativos, debe considerarse aplicarse una vez realizada la colecta, evitando que la semilla pierda viabilidad celular. Aun obteniendo estos resultados, es de vital importancia realizar estudios para optimizar el proceso de germinación empleando recursos como la utilización de otras sustancias químicas, tiempo de exposición e interacción con escarificación.

En lo que se refiere a la producción de planta por el método vegetativo (vareta), los resultados de este estudio arrojan que la propagación de *G. glauca* mediante vareta no es la opción más factible, teniendo porcentajes de prendimiento menores a otras especies forestales no maderables sometidas a este mismo proceso. Sin embargo, este método muestra mejores valores de prendimiento entre épocas de corte de material vegetativo, donde para obtener buenos resultados se deben realizar ciertas acciones como lo es, la colecta de material vegetativo para propagar en la época de latencia tardía, esto porque la planta madre está reactivando las yemas, y se ejerce un fuerte estímulo sobre la síntesis de sustancias promotoras de enraizamiento, además del uso de sustrato comercial en combinación con suelo, lo que favorece el enraizamiento de las varetas. Estos resultados nos abren el panorama al estudio en propagación de *G. glauca* con material obtenido en distintas épocas del año, así como la utilización de distintos sustratos y empleo de enraizadores buscando maximizar la producción de plantas en vivero.

En general con los resultados obtenidos se puede desarrollar un protocolo de producción de planta a escala, que busque la mayor eficiencia en producción de *G. glauca* por método sexual y asexual, referente a tiempos, material, recurso y manejo.

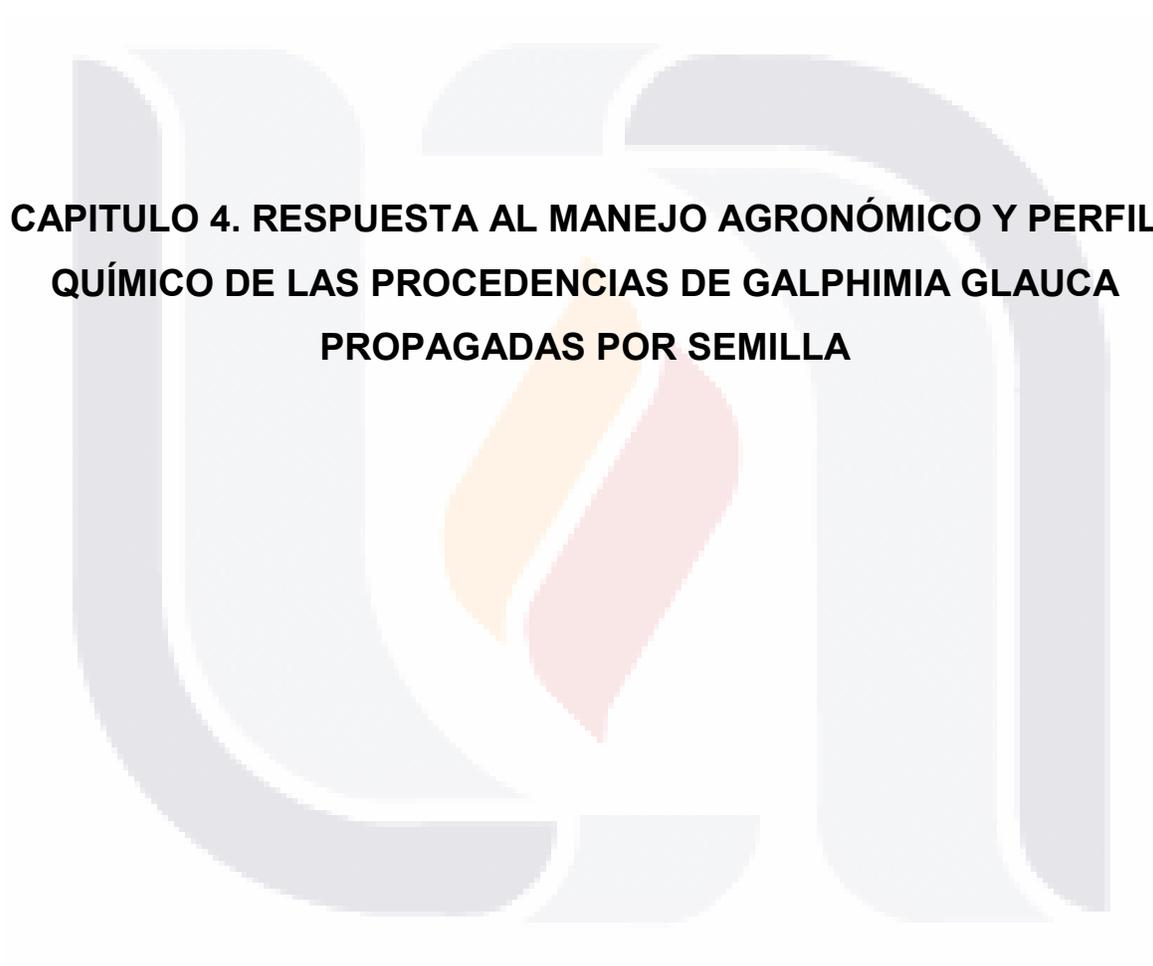
## REFERENCIAS

- Álvarez-Herrera, J. G., Rodríguez, S. L., & Chacón, E. (2007). Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 224-230.
- Anderson, Christiane. Revision of *Galphimia* (Malpighiaceae). (2000). Contributions from the University of Michigan Herbarium, 25, 1-82. 2007.
- Arriaga M. Vicente, Cervantes G. Virginia, Vargas-Mena Araceli. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas, Primera edición: (1994).
- Balderas, G. S., Alcalá, R. E., Ortiz-Caltempa, A., Cardoso-Taketa, A., & Villarreal, M. L. (2020). Variation in the production of sedative and anxiolytic compounds among *Galphimia* sp. populations grown in a greenhouse. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 30, 99-102.
- Baskin, Carol C. & Baskin, J. M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego, USA: Academic Press, (1998)
- Blando, J., B. Luengas, y B. Bautista. (2005). Enraizamiento Estacional de Varetas de Orégano (*Lippia berlandieri* Schawer). Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo
- Cazas García Viviana, Evaluación del prendimiento de estacas de romero (*Rosmarinus officinalis*) bajo tres sustratos y dos fitorreguladores en la estación experimental de Cota-Cota, La paz (2017). Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía.
- Centellas, A., Alvarez., V., Acuña, E., Rocha, E. y E. Maita, (2011). Manual de Propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero. Cochabamba Fundación PROINPA
- Chávez, C. (2009). Contaminación del Suelo. Hermosillo. Sonora. pp. 25-30
- Comisión Nacional Forestal, Manual técnico para producción de planta (2005). Programa Nacional de Reforestación Coordinación de Conservación y Restauración Periférico Pte. 5360 esq. Carretera a Nogales Col. San Juan de Ocotán 45019 Zapopan, Jal. Primera edición, 2005. Impreso en México
- Comisión Nacional Forestal, Manual para el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal, (2018)

<https://www.gob.mx/cms/uploads/docs/Manual para el establecimiento de unidades productoras de Germoplasma Forestal.pdf>

- Farmacia viviente alternativa sostenible “saberes y tradiciones en pueblos originarios”  
Comisión Nacional Forestal, (2020)  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554579/Farmacia\\_viviente\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554579/Farmacia_viviente_compressed.pdf)
- Floridata, (2015). *Galphimia glauca*. Floridata Plant Encyclopedia. USA.  
<http://floridata.com/Plants/Malpighiaceae/Galphimia%20glauca/528>
- García Loza, V. (2016). Uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en comunidades de la mixteca poblana (Bachelor's thesis).
- Hartmann, H. y Kester, D. (1977). Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Continental. México. 810 pp.
- Herrera-Ruiz M, González-Cortazar M, Jiménez-Ferrer E, Zamilpa A, Alvarez L, Ramírez G, Tortoriello J. "Anxiolytic effect of natural galphimines from *Galphimia glauca* and their chemical derivatives." *J. Nat. Prod.* (2006 Jan); 69(1): 59-61.
- Lara Villalobos, A. (2005). Introducción al cultivo de *Galphimia glauca* Cav.(Malpighiaceae) y observaciones clínicas en pacientes voluntarios (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo).
- Martínez-Pérez, G., Orozco-Segovia, A., & Martorell, C. (2006). Efectividad de algunos tratamientos pregerminativos para ocho especies leñosas de la Mixteca Alta oaxaqueña con características relevantes para la restauración. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 79, 9–20. doi: 10.17129/botsci.1729
- Mayo-Mosqueda Alberto, Espinosa-Moreno Judith, Centurión-Hidalgo Dora, Cazares-Camero Jaime Gabriel. Estrategias para mejorar la germinación de semillas de *Calyptrogyne ghiesbreghtiana* (Linden & H. Wendland). *Polibotánica* versión impresa ISSN 1405-2768 Polibotánica no.43 México (ene. 2017).  
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.43.11>
- Moussa, H.; A.H.B. Margolis, P.A Dubé, y J. Odongo, (1998). “Factors affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semiarid zone of Niger, West Africa”. *Forest Ecology and Management*, 104: 27-41.
- Murashige clásico, T. y Skoog, F. (1962). Un medio revisado para un crecimiento rápido y bioensayos con cultivos de tejidos de tabaco. *Fisiol. Planta*, 15, 473-497.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para la manipulación de semillas forestales Roma, © FAO (1991).

- Orozco, A., y Sánchez, M., (2013), Germinación, en: Márquez, J., et al., (eds.), Biología de angiospermas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Osuna, L., Pereda-Miranda, R., Villarreal M.L. "In vitro production of sedative galphimine B by cell suspension cultures of *Galphimia glauca*", *Biotechnology Letters*, (2002), 24, pp. 257-261.
- Pérez, H.E.; A. Richard, C. Carol, y C. Baskin, (2008). "Promoting germination in dormant seeds of *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck., an endangered palm endemic to Hawaii". *Natural Areas Journal*, 28: 251-260.
- Rojas G, Aranda E, Navarro V, Zamilpa A, Tortoriello J (2005) Propagación in vitro de *Galphimia glauca* y contenido del compuesto sedante galphimine-B en plantas silvestres y micropropagadas. *Planta Med* 71:1076–1078
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario Protectora de Bosques. Gobierno del Estado de México (2007) Manual De Producción de Planta Forestal Clima Templado, [http://www.earthgonomic.com/biblioteca/2007\\_SEDAGRO\\_Manual\\_de\\_Produccion\\_Forestal.pdf](http://www.earthgonomic.com/biblioteca/2007_SEDAGRO_Manual_de_Produccion_Forestal.pdf)
- Varela Santiago A. Arana Veronica. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados" Área Forestal - INTA EEA Bariloche Sección: "Silvicultura en vivero" Varela, S. A. y Aparicio, A. (eds.) Cuadernillo N° 3: (marzo de 2011) ISSN: 1853-4775.
- Vázquez, M. O., Pérez-Molphe, B., Castañeda, M. O. E., Ochoa, F. Y., Ramos, G.F., Urrestarazu, G. M. (2012) Micropropagation of Herloom and Commercial Tomato Varieties by nodal buds sprouting. *In Vitro Cellular and Developmental Biology*. 48:72-7.
- Villarreal María Luisa, Alexandre Cardoso-Taketa, Anabel Ortiz y Ashutosh Sharma "Biotecnología para producir medicinas de plantas mexicanas", (1 de agosto de 2014) | Vol. 15 | Núm. 8 | ISSN 1607 – 6079 <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num8/art62/>



**CAPITULO 4. RESPUESTA AL MANEJO AGRONÓMICO Y PERFIL  
QUÍMICO DE LAS PROCEDENCIAS DE GALPHIMIA GLAUCA  
PROPAGADAS POR SEMILLA**

## RESUMEN

*Galphimia glauca*, es una especie de interés mundial por los componentes obtenidos de ella. Existen diversos estudios y ensayos clínicos de esta planta y sus derivados, los cuales concluyen que su presencia, acumulación y concentraciones dependen de la genética de la especie y de variables ecológicas. Recientemente a nivel nacional *G. glauca* se ha tratado de propagar de manera *ex situ*, con la finalidad de obtener ejemplares de mejores características y de los cuales se pueda obtener concentraciones de bioactivos más altas y homogéneas para producción a escala, sin embargo, la información referente a la propagación y manejo de esta especie para el caso de Aguascalientes es prácticamente nula. El objetivo de este capítulo es evaluar la respuesta al manejo agronómico de las procedencias de *G. glauca* propagadas por semillas. Los resultados obtenidos arrojan que las plantas de *G. glauca*, con manejo agronómico (fertilización, micorrizas, mejoradores de suelo, MIP y riego) durante su desarrollo, presentan mejores condiciones morfológicas en parámetros evaluados como altura, ramas laterales, diámetro del tallo y cantidad de hojas. El análisis del perfil fitoquímico no mostró presencia de galfimina ni parece verse modificado con el manejo presentando el mismo perfil que las silvestres.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales representan una alternativa viable para resolver los problemas de salud en México, de manera complementaria con la “medición moderna” (Estrada, 2002). En nuestro país se han identificado y registrado 4000 especies con propiedades medicinales (Schlaepfer & MendozaEspinoza, 2010), dentro de las que se encuentra *Galphimia glauca* Cav. usada tradicionalmente como sedante o tranquilizante (Estrada, 1985). Estudios farmacológicos han demostrado que solo los ejemplares silvestres colectados en Doctor Mora, Guanajuato, poseen estas propiedades (Osuna, 2002). Aunado a esta problemática la información existente acerca de la propagación *ex situ* se enfoca en estudios clínicos y farmacológicos mediante cultivos celulares *in vitro* de callos (Osuna et al., 1999), cultivo de raíces (Nader et al., 2004) y células de *G. glauca* transformadas en suspensión (Ortiz et al., 2010), dejando un vacío de información en el ámbito agronómico, etnobotánico y clínico, donde se presente información de su germinación, crecimiento, manejo nutricional, plagas y enfermedades que sirva de base para investigaciones

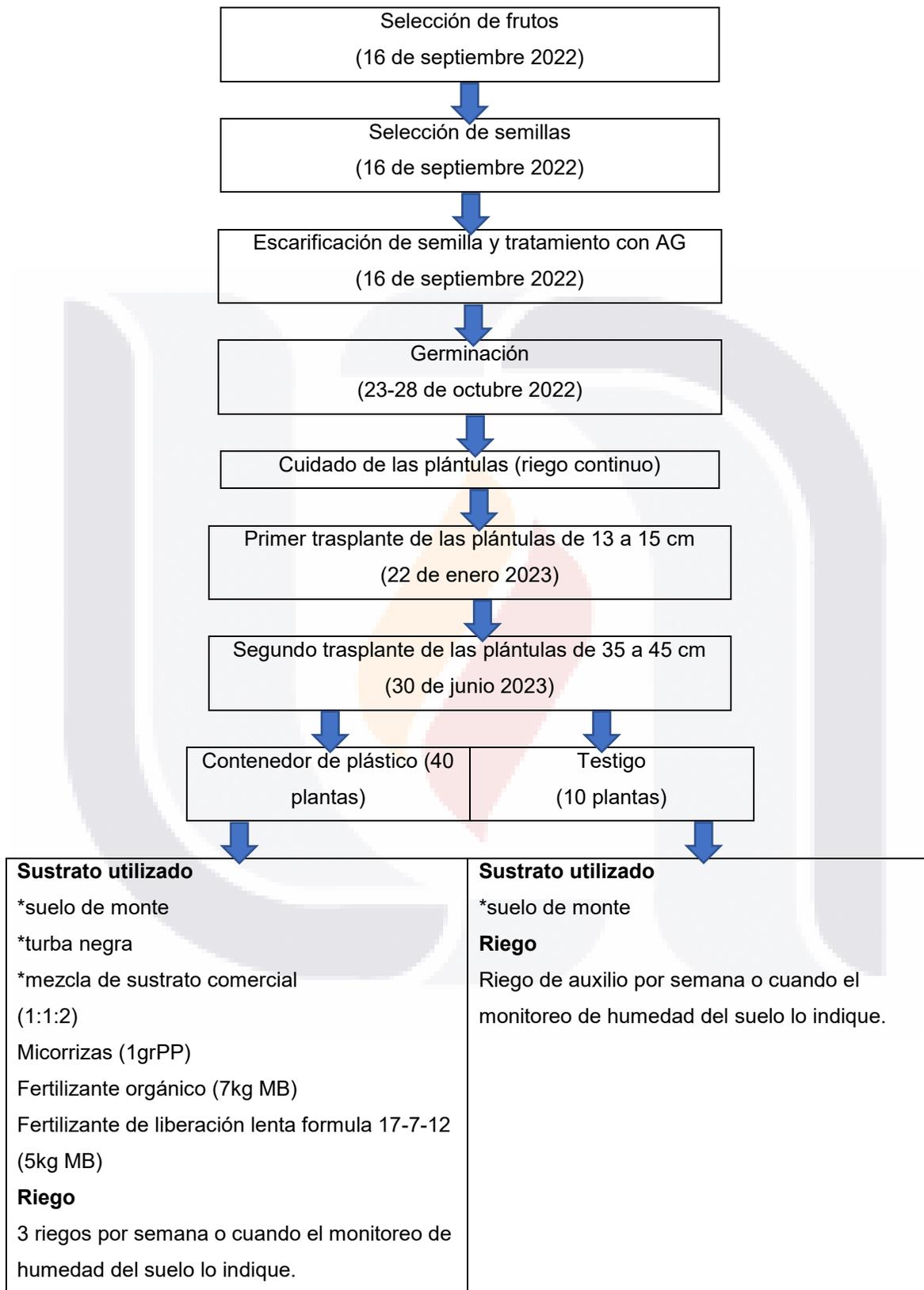
posteriores y que conduzca al desarrollo de nuevos medicamentos (*Lara-Villalobos, 2005*), a través del cultivo de plantas medicinales por estrategia y con altos márgenes de utilidad hasta lograr que sea una tradición mexicana (*Estrada, 1985*). Recientemente algunos estudios dirigidos al incremento y homogenización de bioactivos en *G. glauca* reportan los mejores porcentajes de germinación (46.93%) con temperaturas de 30° C y luz constante durante cinco días (*Lara-Villalobos, 2005*), así como la obtención de plantas de *Galphimia glauca* con caracteres fenotípicos similares a los descritos para este género y la identificación de galfiminas en los extractos metanolicos en cantidades semejantes a su estatus silvestre (*Iglesias et al. 2022*).

El objetivo de este capítulo es evaluar la respuesta al manejo agronómico de las procedencias de *G. glauca* propagadas por semillas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Producción y evaluación de planta a partir de semilla**

En base a los resultados obtenidos en el objetivo 3 y determinado el mejor método de producción de plántula, el 16 de septiembre del 2022 se procedió a seleccionar 15 semillas por procedencia para ser tratadas y germinadas en bolsas forestales. El tratamiento pregerminativo seleccionado consto de la remoción del pericarpio, seguida de un tratamiento con soluciones de agua destilada y ácido giberelico a una concentración de 2000ppm por 24 horas. Transcurridos 4 meses de emergidas las plántulas (22 de enero 2023), estas fueron colocadas en contenedores de plástico con capacidad de 6 litros y 5 meses después (30 de junio 2023) en contenedores de 19 litros. Inicialmente los contenedores con sus respectivas plantas se dividieron en 3 grupos experimentales, estos grupos fueron evaluados bajo distintas condiciones ambientales. El primer grupo se colocó en malla sombra, el segundo en túnel plástico, el tercero ambiente libre y un cuarto grupo que se estableció en campo denominado testigo. Durante el desarrollo de los ejemplares, se llevó a cabo un programa de manejo en donde se les aplicó fertilización, micorrizas, mejoradores de suelo, MIP y riegos 3 veces a la semana con 3 litros de agua por planta, a excepción de las testigos a las que solo se les aplicaron riegos de auxilio. El programa de manejo se basó en el manual de producción de planta de CONAFOR (**2005**) que se muestra en la Figura 48.



<b>Manejo fitosanitario</b>	
-----------------------------	--



Programa Fitosanitario	Mes y numero de aplicaciones									
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Furadan 1 mL/L	1	2			1	1		1		
Captan 1.5 g/L	1	1		1			1		1	
Previcur Energy 2 mL/L		2	1		3					1
Fertilizante orgánico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Enraizador	1	1					1	1		
Fertilizante hidrosoluble	1		1		1		1	1		1
Labores complementarias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Figura 48. Programa de producción y manejo de ejemplares de *G. glauca* para experimento.**

**Fuente: Elaboración propia**

**Evaluación morfológica de planta proveniente de semilla**

Para llevar a cabo la evaluación morfológica se tomaron mediciones de altura de la planta, numero de hojas por tallo, brotes laterales y diámetro del tallo Figura 49. Estas mediciones se realizaron a los 3 meses (primer trasplante), 4 meses, 6 meses, 8 meses (segundo trasplante), 10 meses y 12 meses, la longitud de raíces solo se midió al momento del primer trasplante, mientras que la floración cuando esta se presentó. Los datos de los parámetros evaluados fueron analizados estadísticamente mediante el programa RStudio 1.3, con el cual se obtuvieron los porcentajes de las variables evaluadas y que posteriormente se graficaron en el programa de paquetería Office Excel® de Microsoft 365®. Los ambientes donde se evaluó el desarrollo de los ejemplares se muestran en la Figura 50.



**Figura 49. Evaluación morfológica, medición de altura de la planta, conteo de tallos y diámetro del tallo.**

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 50. Manejo agronómico de planta de *G. glauca* bajo 4 tipos de intensidad de luz, malla sombra, micro túnel, luz directa y nodriza.**

**Fuente: Elaboración propia.**

**Evaluación perfil químico de plantas con manejo agronómico**

Para obtener el perfil químico de los ejemplares con manejo se seleccionó el material vegetal del grupo evaluado con mejores características morfológicas, que para este caso fue el de malla sombra. La metodología aplicada para el procesamiento del material y la evaluación cromatográfica de los extractos etanólicos de las cuatro procedencias con manejo, fue la misma utilizada en el objetivo 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Raíz

La medición de este parámetro fue tomada al momento del trasplante (3 meses posteriores a la germinación) en 3 ejemplares de cada procedencia, y se observó que la morfología de las raíces fue viable, presentando variabilidad en sus formas (rectas y curvas) y abundantes pelos adsorbentes. Esto se pudo deber a que todas las plantas antes de ser trasplantadas presentaban un grado de aclimatación al estrés, y como resultado la optimización de sus funciones, entre ellas las radicales como se reporta en estudios semejantes (*Niinemets et al., 2010*). Las longitudes promedio de raíz por grupo evaluado se muestran en la Figura 52.



Figura 51. Medición, evaluación y caracterización de raíz al momento del trasplante.

Fuente: Elaboración propia.

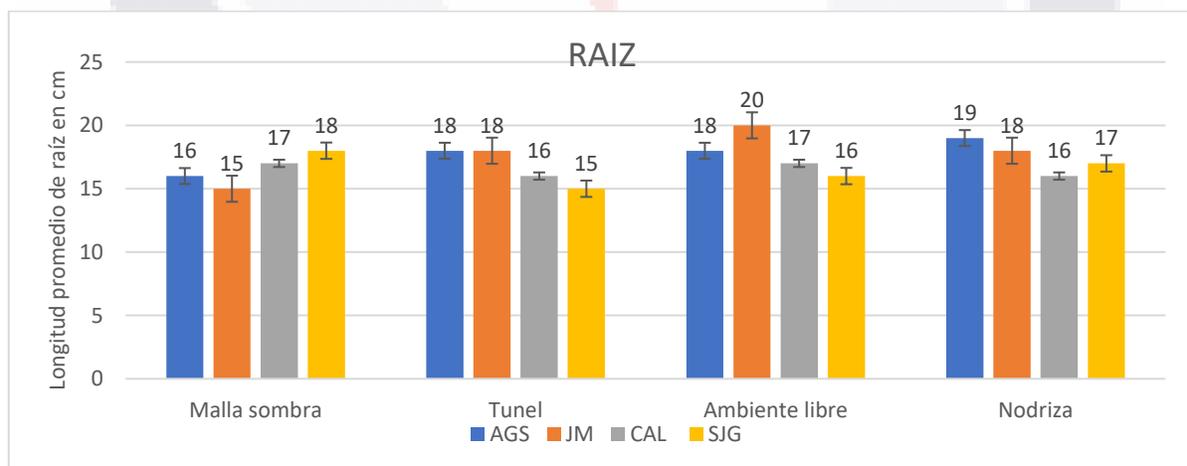
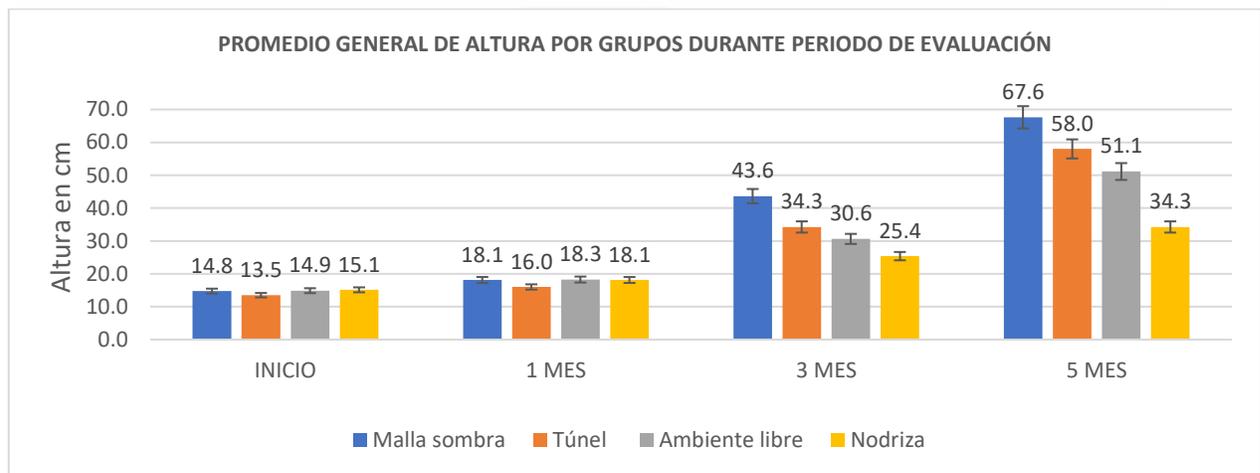


Figura 52. Longitud promedio de raíz por grupo evaluado.

Fuente: Elaboración propia.

**Altura de planta**

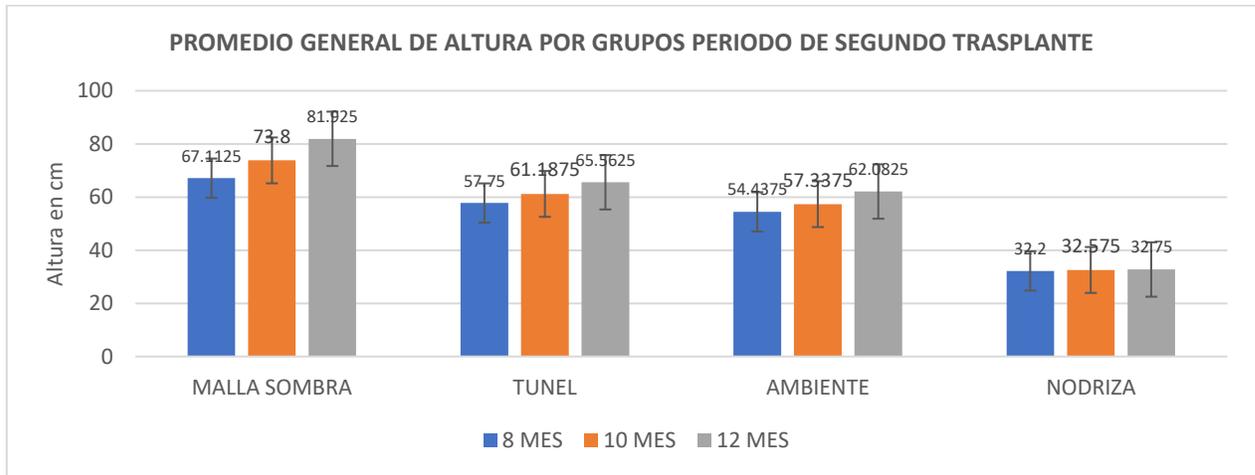
Durante la primera medición posterior al trasplante, los valores de elongación del tallo para los 4 grupos fueron semejantes, teniendo promedios de altura de 14.8 cm en malla sombra, 13.5 cm en túnel, 14.9 en ambiente libre y 15.1 cm para el grupo nodriza. Transcurridos 5 meses, los valores promedio entre grupos presentaron una diferencia significativa, arrojando 67.6 cm para malla sombra, 58 cm túnel, 51.1 ambiente libre y 34.3 cm para el grupo nodriza como se muestra en la gráfica general de promedios de altura en la Figura 53.



**Figura 53. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación entre procedencias por grupo experimental.**

**Fuente: Elaboración propia.**

**Segundo trasplante:** A partir de realizado el segundo trasplante se tomó como un segundo ensayo, agregando más ejemplares vegetales por grupo para así incrementar el valor de los datos obtenidos. En esta evaluación se observó que los ejemplares desarrollados en malla sombra, e indistintamente de la variante de su procedencia obtuvieron los valores de altura mayores con promedio de 81.9 cm en contraparte los de valores promedios más bajos fueron los desarrollados en campo como nodriza con 32.7 cm de altura al finalizar el periodo de evaluación como se muestra en la gráfica general de promedios de altura Figura 54.

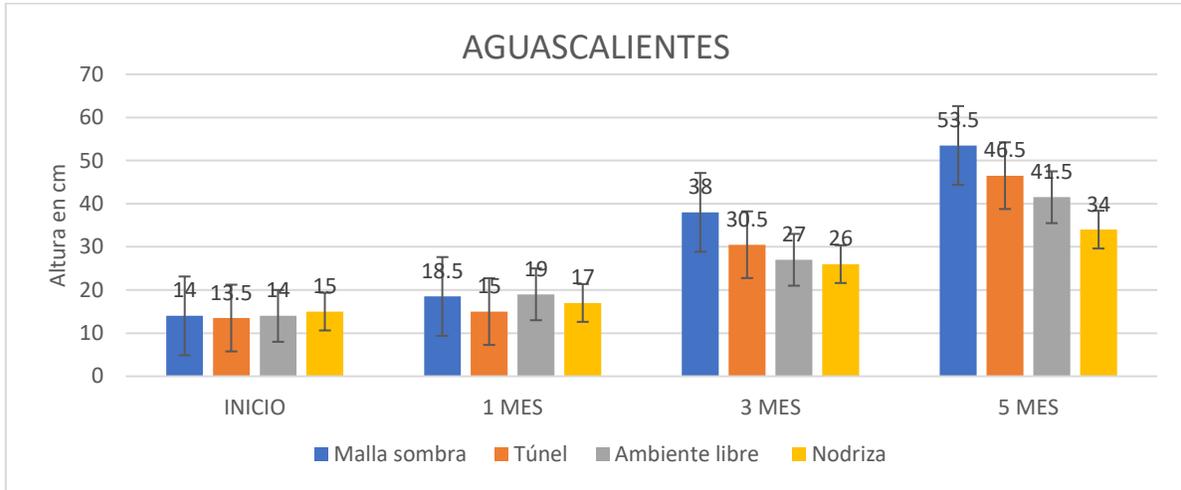


**Figura 54. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación entre procedencias por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Los incrementos en la altura de los ejemplares confirman la dependencia al balance hídrico, el transporte de carbohidratos, la captación de la luz (*Liu et al., 2019*) y principalmente de la fertilidad del suelo (*Santini et al., 2017*), mostrando que al final de la evaluación el grupo de ejemplares con manejo agronómico y una intensidad de luz media como en el grupo de malla sombra presentaron alturas promedio más altas. Por el contrario, en el grupo nodriza se pudieron registrar los valores promedios más bajos de crecimiento.

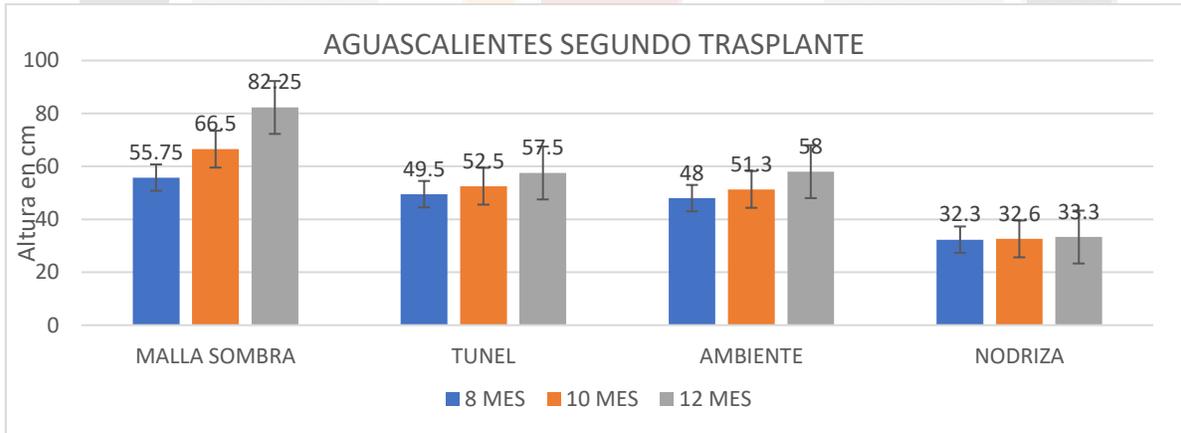
Haciendo un análisis individual de la combinación de grupos y los ejemplares de procedencia, se obtuvieron los siguientes resultados: Para los ejemplares de la localidad de Aguascalientes; el incremento considerable de altura se dio a partir del tercer mes posterior al trasplante, en todos los grupos de estudio. Para el sexto mes de medición, se pudo observar un mayor crecimiento en malla sombra, túnel y ambiente libre respectivamente, que se mantuvo hasta cumplidos los 12 meses de evaluación. Este efecto se presentó principalmente por el manejo aplicado, y posiblemente los mayores valores en malla sombra y túnel se dieron por la cubierta a la luz directa, mientras que para el grupo nodriza el crecimiento se vio rezagado por la deficiencia nutricional y el efecto de la luz directa, los valores para los ejemplares de la localidad Aguascalientes, se muestran en la Figura 55.



**Figura 55. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Aguascalientes por grupo experimental.**

**Fuente: Elaboración propia.**

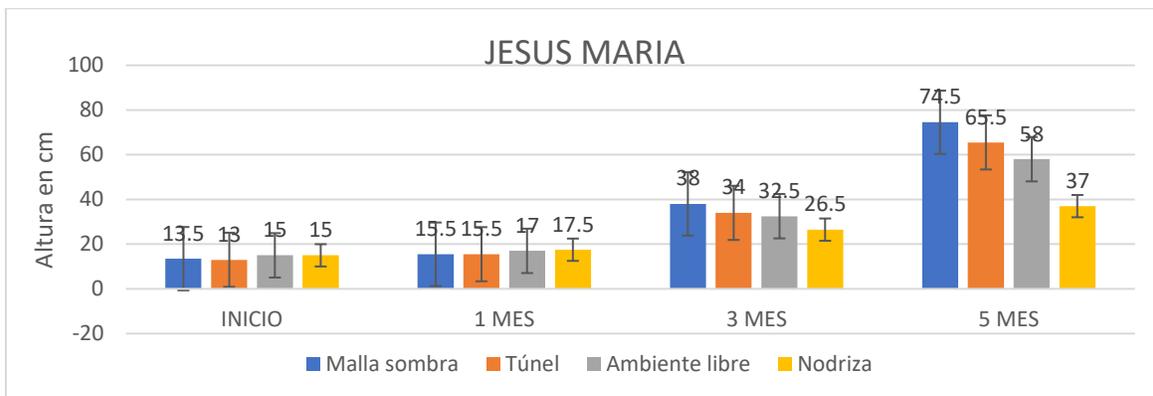
Para el segundo trasplante el grupo de Aguascalientes mostró en malla sombra un promedio de mayor altura con 82.5 cm al finalizar el periodo de evaluación (12 meses), y siendo los ejemplares desarrollados en campo como nodriza los que presentaron menores valores en promedio con 33.3 cm durante el mismo periodo de tiempo, como se observa en la Figura 56.



**Figura 56. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Aguascalientes por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

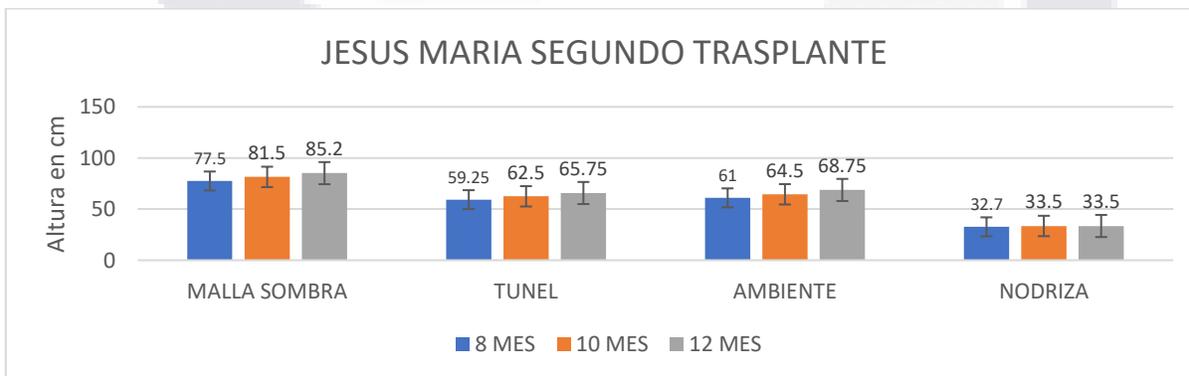
El caso de los ejemplares propagados con material procedente de JM, la tendencia se repitió, registrando el mayor crecimiento a los 5 meses de evaluación, y donde los ejemplares con manejo y cobertura de luz directa malla sombra y túnel, fueron los de mayores alturas, y se confirmó para el grupo nodriza el valor más bajo. Las alturas registradas para esta procedencia se muestran en la Figura 57.



**Figura 57. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Jesús María por grupo experimental.**

**Fuente: Elaboración propia.**

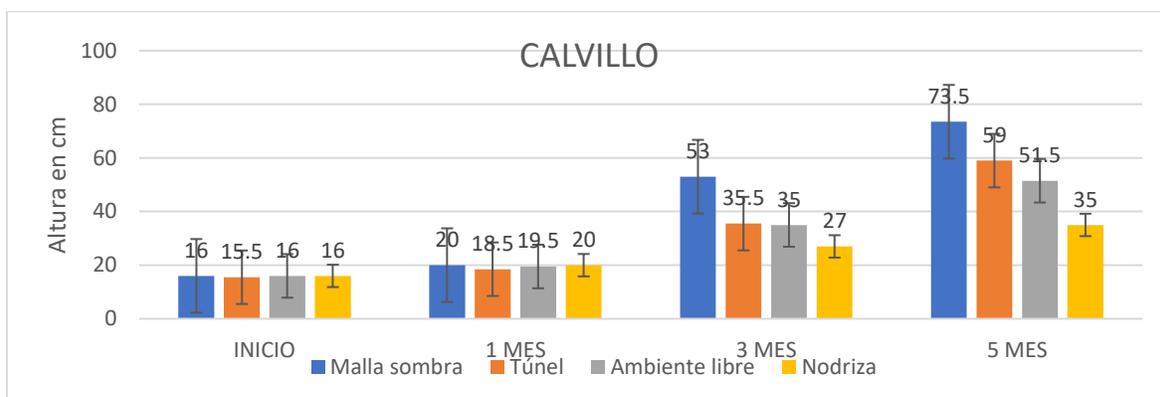
En el segundo trasplante el grupo de Jesús María obtuvo al finalizar el periodo de evaluación el mayor promedio de altura para los ejemplares desarrollados en malla sombra con un promedio de altura de 85.2 cm, mientras que los de menor altura fueron aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de altura de 33.5 cm como se muestra en la Figura 58.



**Figura 58. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Jesús María por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

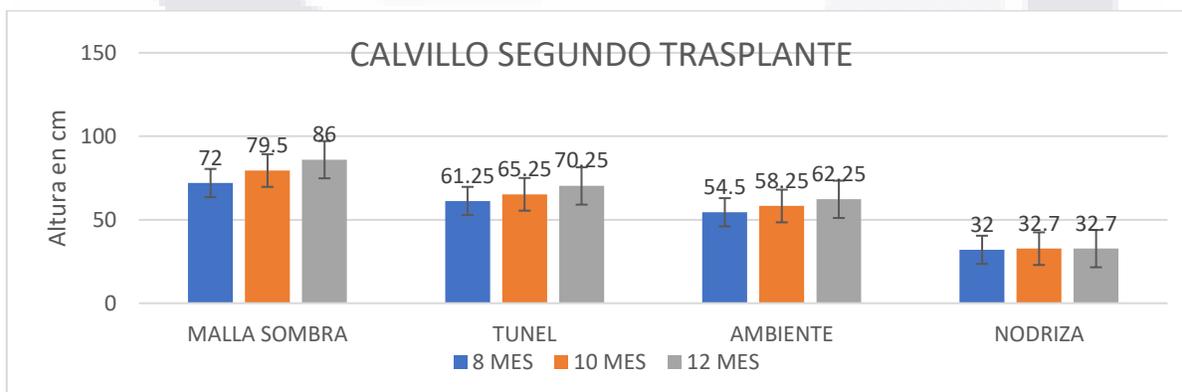
Los ejemplares de Calvillo se mostraron con el mismo patrón de un mayor crecimiento en grupo malla sombra y grupo túnel que tuvieron manejo agronómico y cobertura a la luz directa. Mientras que las alturas más bajas fueron para el grupo nodriza, los valores durante el periodo de evaluación para los ejemplares procedentes de CAL se muestran en la Figura 59.



**Figura 59. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental.**

**Fuente: Elaboración propia.**

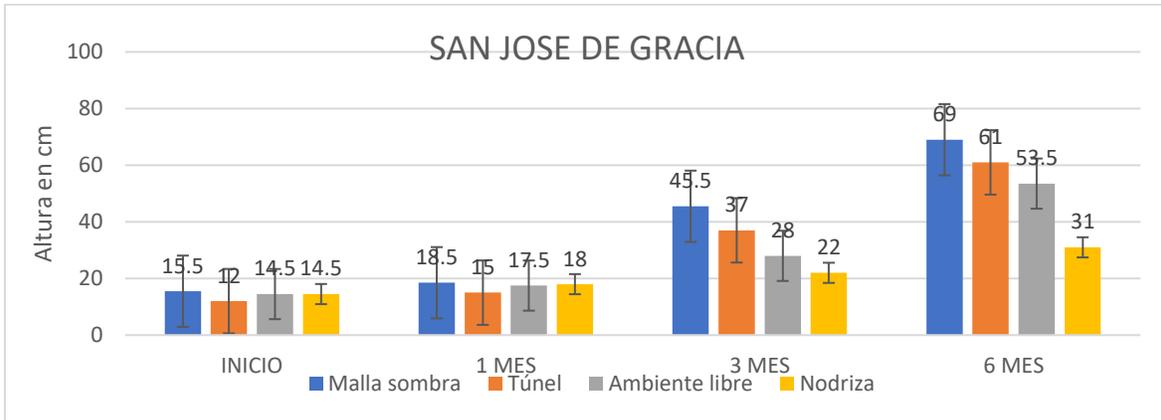
En el segundo trasplante el grupo de Calvillo se pudo observar que al finalizar el periodo de evaluación el mayor promedio de altura para los ejemplares desarrollados fue en malla sombra con un promedio de altura de 86 cm, y los de menor altura aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 32.7 cm como se muestra en la Figura 60.



**Figura 60. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

Fuente: Elaboración propia.

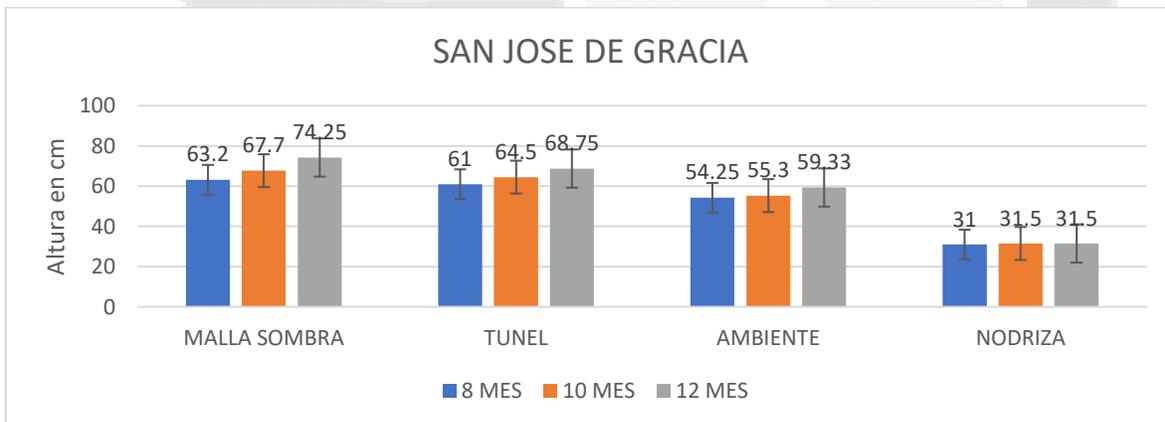
Finalmente, la procedencia de SJG presentó la misma tendencia de un mayor crecimiento en los grupos con manejo y se destacaron aquellos que durante el periodo de evaluación tuvieron cobertura de la luz directa malla sombra y túnel. Así como la confirmación de crecimiento deficiente del grupo nodriza, los valores para los ejemplares producidos con material procedente de SJG durante el periodo de evaluación, se muestran en la Figura 61.



**Figura 61. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de San José de Gracia por grupo experimental.**

Fuente: Elaboración propia.

El segundo trasplante del grupo San José de Gracia arrojó al finalizar el periodo de evaluación el mayor promedio de altura para los ejemplares desarrollados en malla sombra con un promedio de 86 cm, y los de menor altura aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 32.7 cm como se muestra en la Figura 62.

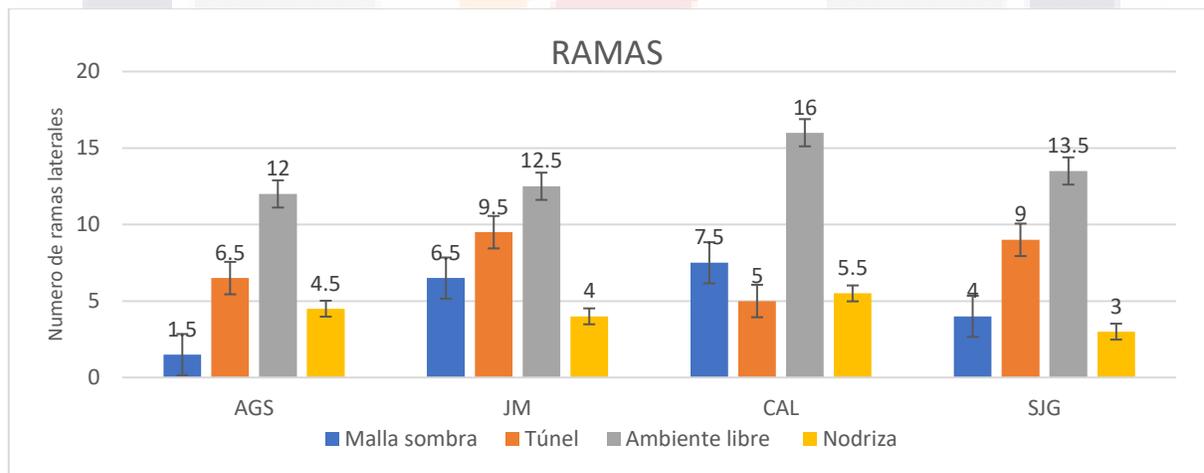


**Figura 62. Crecimiento promedio de tallo a través del periodo de evaluación en ejemplares de Calvillo por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

**Ramas laterales**

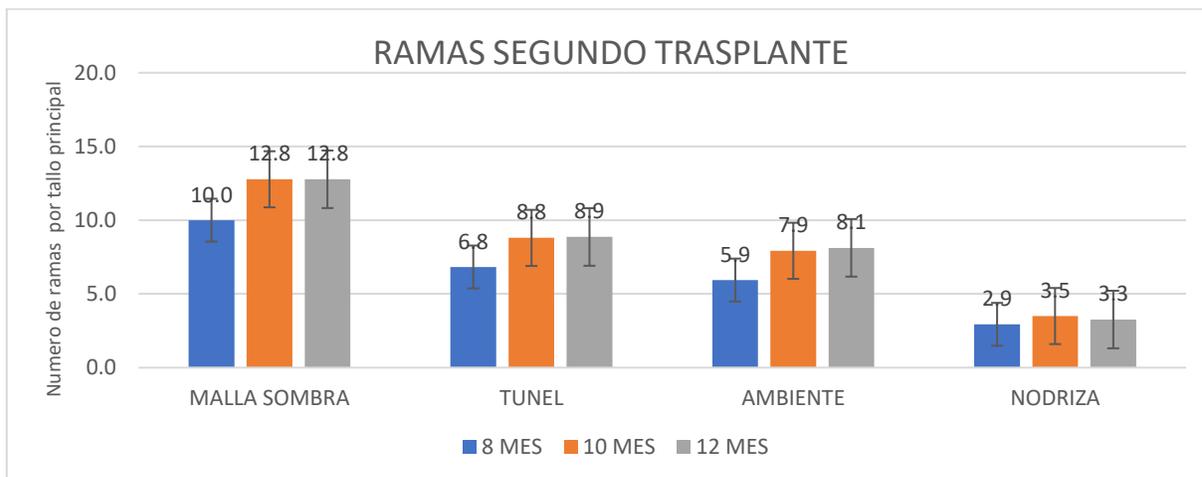
La cantidad de ramas laterales en los grupos de manejo, mostró diferencias morfológicas notables al sexto mes de evaluación para el grupo Ambiente libre, presentando promedio de ramas por ejemplar de 13.5, mientras que para el grupo malla sombra fue de 4.8 y el grupo túnel de 7.5. Al realizar el segundo trasplante y finalizar el periodo de evaluación se observó que el grupo desarrollado en malla sombra presento el promedio de ramas por tallo principal más alto, siendo de 12.8. Esto pudo estar relacionado al proceso de dominancia apical por la intensidad de luz, en el cual elevados niveles de auxina aumentaron el crecimiento del ápice principal e inhibieron el desarrollo de las ramas laterales (*Kebrom, 2017*), para el caso del grupo nodriza el promedio de ramas laterales fue de 4.2 y de 3.3 al finalizar el periodo de evaluación, la deficiente cantidad de ramas laterales se puede atribuir a la deficiencia de contenido de nutrientes en el suelo, y a mecanismos de control que establece la planta adulta para evitar un potencial hídrico muy negativo, disminuyendo la transpiración, la fotosíntesis y el crecimiento (*Liu et al., 2019*). La cantidad promedio de ramas laterales obtenidas por grupo evaluado se muestra en la Figura 63.



**Figura 63. Cantidad promedio de ramas por planta entre procedencias por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

La cantidad promedio de ramas laterales obtenidas por grupo evaluado a partir del segundo trasplante se muestra en la Figura 64.

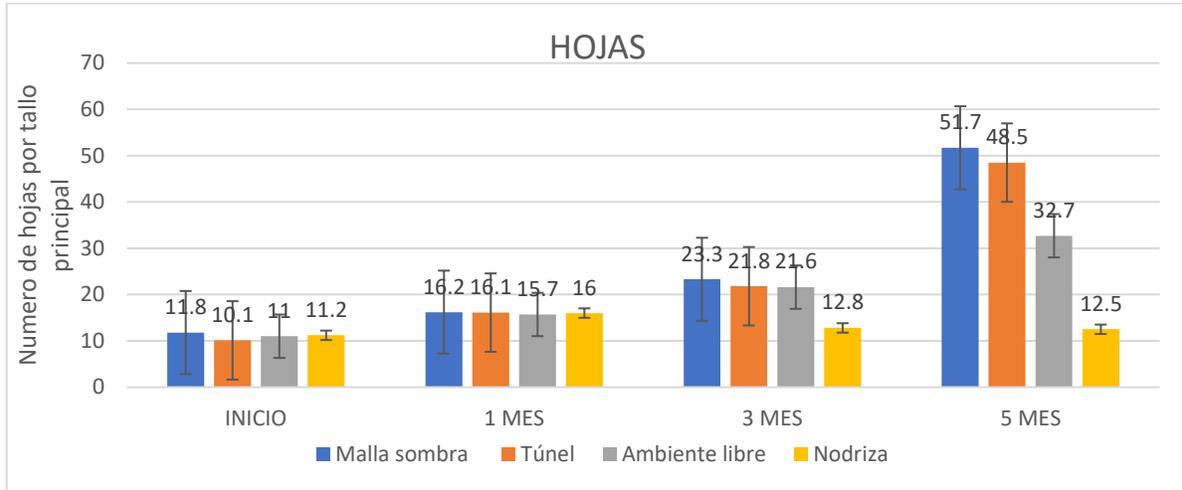


**Figura 64. Cantidad promedio de ramas por planta entre procedencias por grupo experimental a partir del segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

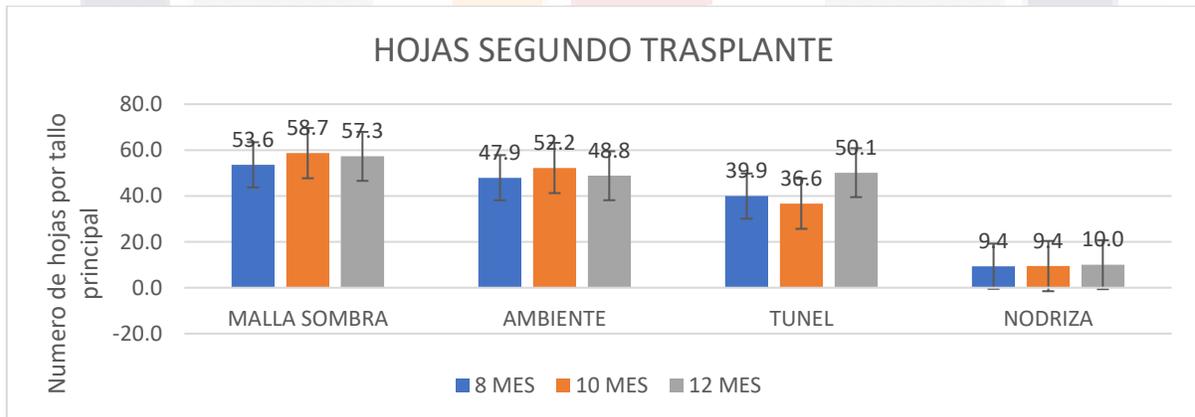
**Numero de hojas**

Para este parámetro evaluado, la cantidad de material foliar a partir del trasplante presentó un constante incremento en los 4 grupos evaluados, sin embargo, a partir del tercer mes de evaluación se presentó un desfase en la cantidad generada en los grupos con manejo e incluso una disminución por perdida foliar de los ejemplares del grupo nodriza. Tendencia que continuo para el quinto mes donde el promedio de hojas por grupo era significativamente mayor en los grupos con manejo contra el grupo nodriza. Dentro de los grupos con manejo el grupo malla sombra fue el que presentó más cantidad foliar, esto confirma que la luz es uno de los factores más heterogéneos para el desarrollo vegetal (*Balaguer et al., 2001*), y que la *Galfimia glauca* si bien presenta una gran plasticidad fenotípica, el desarrollo bajo la luz indirecta propicia en esta especie, la generación de más hojas y de mayor tamaño, como lo reportó Sharma et al (*2012*), en su estudio con esta especie. La cantidad promedio de hojas por tallo totales por grupo evaluado se muestra en la Figura 65.



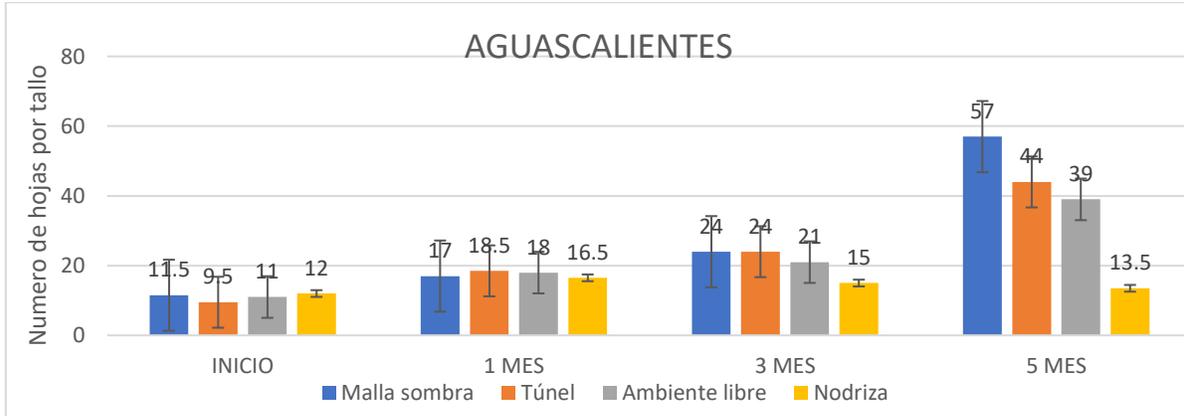
**Figura 65. Cantidad promedio de hojas por planta entre procedencias por grupo.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

Para el periodo de evaluación posterior al segundo trasplante se mantuvo la tendencia de mayo cantidad foliar para el grupo desarrollado en malla sombra con un promedio de 57.3 hojas al finalizar el periodo de evaluación mientras el que presentó el menor promedio en cantidad de hojas fue el desarrollado en campo como nodriz con 10 hojas como se muestra en la Figura 66.



**Figura 66. Cantidad promedio de hojas por planta entre procedencias por grupo posterior al segundo trasplante.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

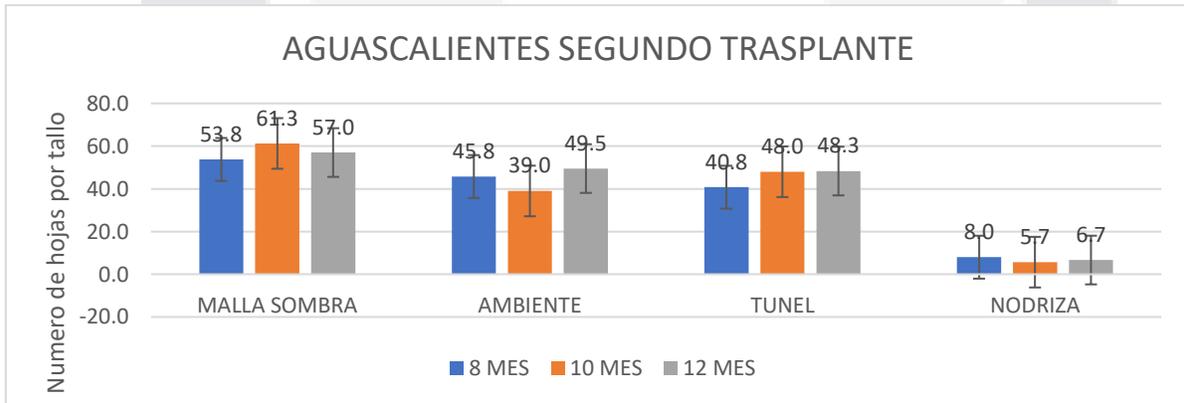
Analizando este parámetro por grupo de procedencia, se puede observar que para los ejemplares de AGS, el incremento de unidades foliares al sexto mes de estudio se dió en mayor cantidad para los ejemplares desarrollado en el grupo malla sombra y grupo túnel respectivamente. Mientras que el grupo nodriza mostró la más baja cantidad de hojas por tallo, como se muestra la Figura 67.



**Figura 67. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Aguascalientes por grupo de tiempo.**

Fuente: Elaboración propia.

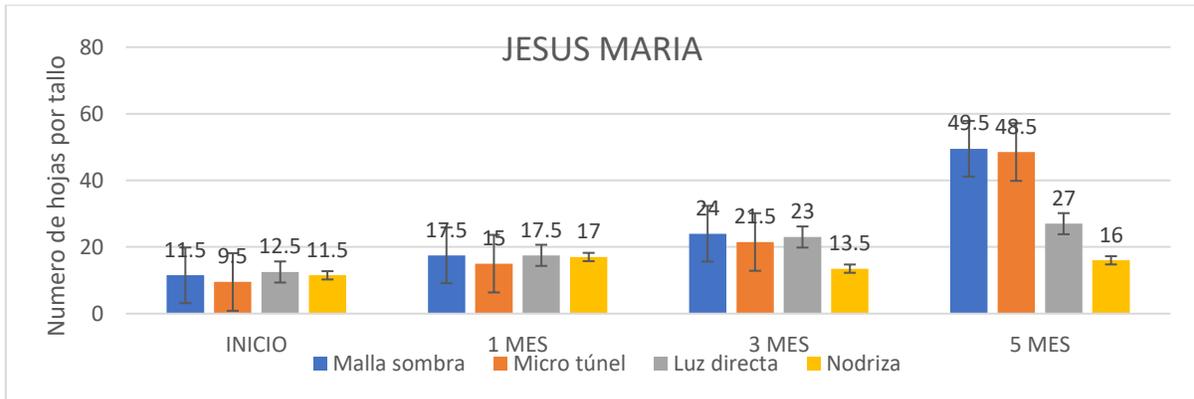
En el segundo trasplante del grupo Aguascalientes, se obtuvieron valores al finalizar el periodo de evaluación de mayor promedio de hojas para los ejemplares desarrollados en malla sombra con 57 y los de menor cantidad de hojas aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 6.7 como se muestra en la Figura 68.



**Figura 68. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante.**

Fuente: Elaboración propia.

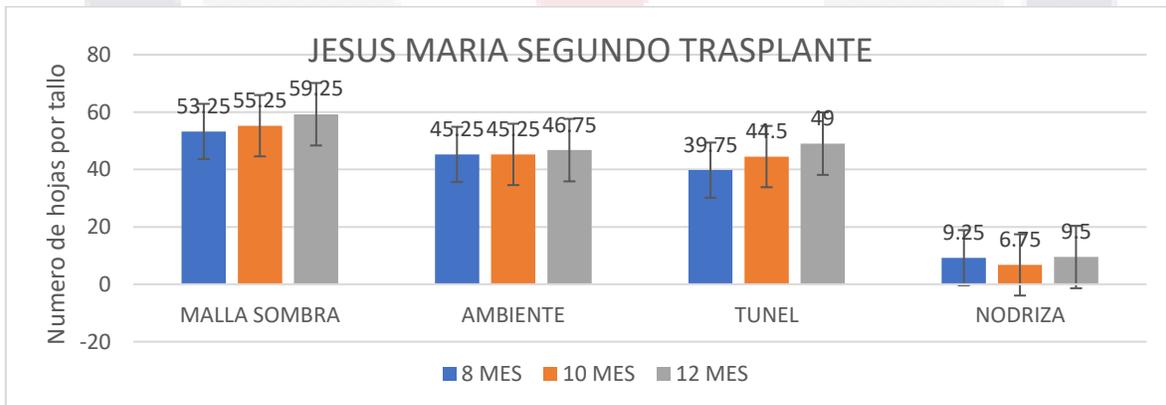
Para el caso de la procedencia de Jesús María se pudo observar el mismo patrón, donde los ejemplares producidos bajo una intensidad de luz menor presentaron al final del periodo de evaluación, mayor cantidad de hojas y el grupo nodriza el que menos, como se puede observar en la Figura 69.



**Figura 69. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Jesús María por grupo de tiempo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

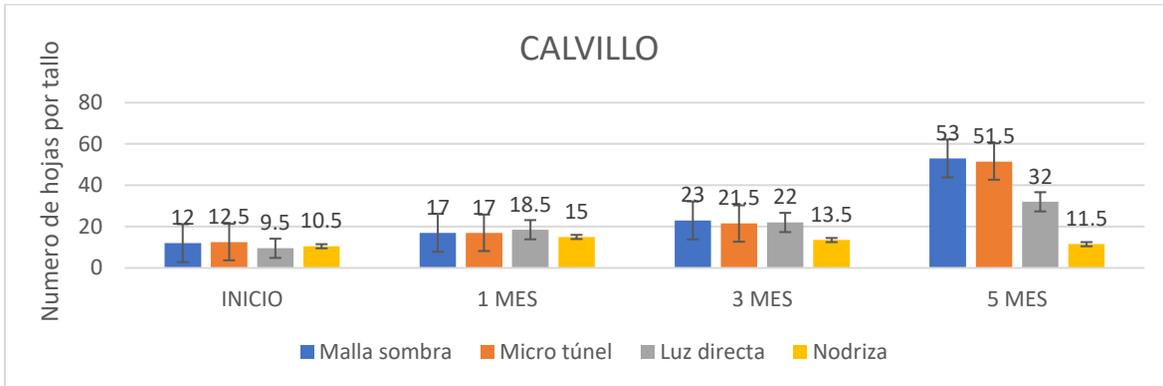
Posterior al segundo trasplante del grupo Jesús María, se obtuvieron valores al finalizar el periodo de evaluación de mayor promedio de hojas para los ejemplares desarrollados en malla sombra con 59.2 y los de menor cantidad de hojas aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 9.5 como se muestra en la Figura 70.



**Figura 70. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Jesús María por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

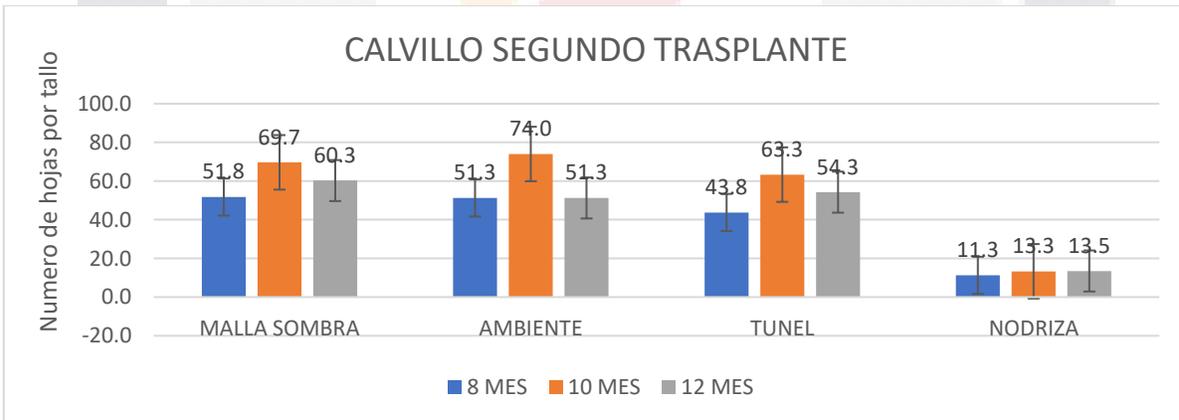
Los ejemplares de Calvillo de igual manera presentaron la tendencia de mayor producción foliar en el grupo malla sombra y grupo túnel, así como la poca cantidad de masa foliar en el grupo nodriza.



**Figura 71. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo de tiempo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

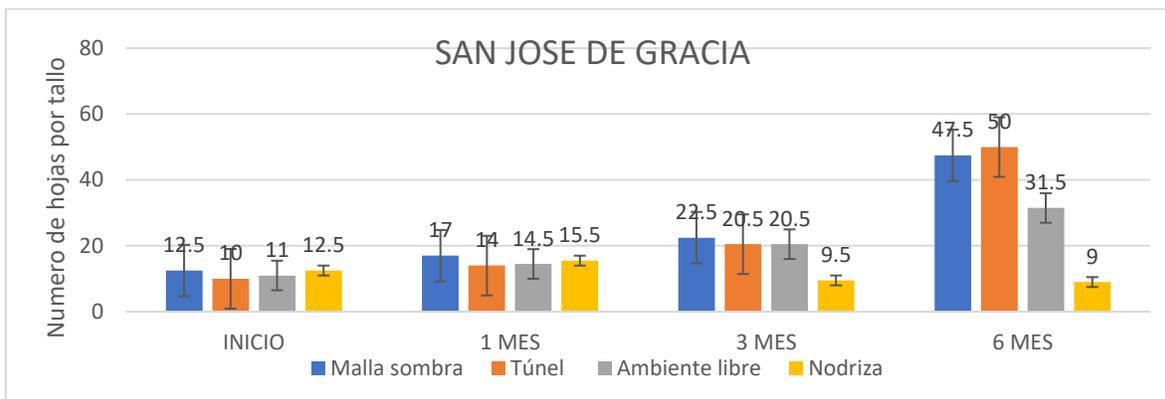
En el segundo trasplante del grupo Calvillo, se obtuvieron valores al finalizar el periodo de evaluación de mayor promedio de hojas para los ejemplares desarrollados en malla sombra con 60.3 y los de menor cantidad de hojas aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 13.5 como se muestra en la Figura 72.



**Figura 72. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

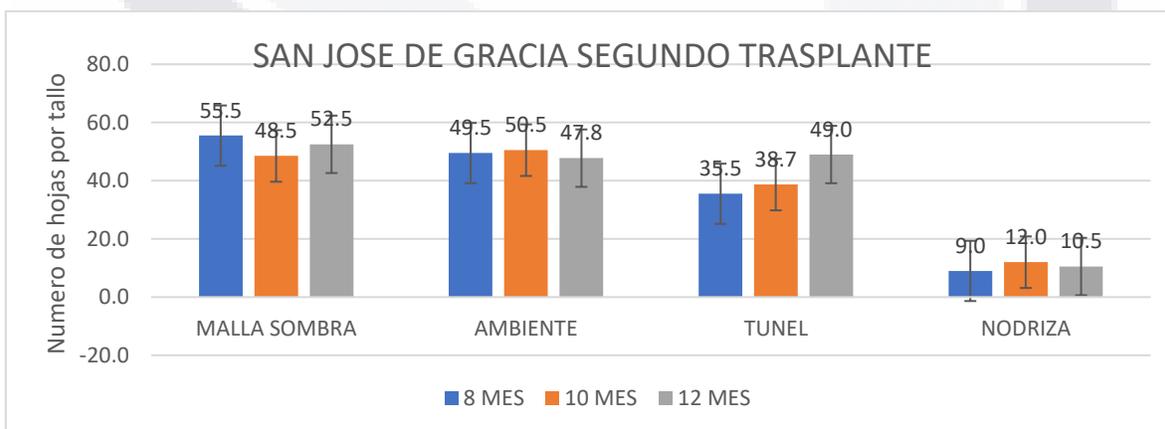
Finalmente, los resultados arrojados para el análisis de plantas producidas con material procedente de San José de Gracia presentaron la tendencia observada en otras procedencias, donde los mayores valores foliares se vieron al quinto mes de medición, aunque para este caso se dieron en el grupo túnel, y los menores manteniéndose en el grupo nodriza, tal y como se puede observar en la Figura 73.



**Figura 73. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia Calvillo por grupo de tiempo.**

Fuente: Elaboración propia.

A partir del segundo trasplante del grupo San José de Gracia se observaron valores de mayor promedio de hojas en el grupo desarrollado en malla sombra, donde al finalizar el periodo de evaluación el promedio de hojas fue de 57.3, mientras que el grupo desarrollado en campo como nodriza obtuvo el valor promedio más bajo con 10 hojas como se muestra en la Figura 74.



**Figura 74. Cantidad promedio de hojas por planta de procedencia San José de Gracia por grupo posterior al segundo trasplante.**

Fuente: Elaboración propia.

### **Floración**

Posteriormente a los 5 meses de trasplante, los individuos correspondientes al grupo malla sombra comenzaron a presentar inflorescencias de color amarillo rojizo en forma de racimo único, mientras que para el resto de los ejemplares de los grupos independientemente de su procedencia no presentó. A partir del segundo trasplante la floración se mantuvo constante en todos los ejemplares desarrollados en malla sombra, en el grupo de ambiente y túnel esta se presentó más tardía y no fue homogénea mientras que en el grupo nodriza esta se presentó hasta el mes de octubre y solo en algunos ejemplares como se muestra en la Figura 75. Con este dato se confirma la influencia de la intensidad de luz en los procesos de crecimiento vegetal (formación de materia seca) por su acción fotoenergética (donde actúa por su intensidad) y en los procesos de desarrollo por su acción estimulante (donde actúa por su duración) (Pigliucci *et al.*, 2006), donde parece que la especie estudiada requiere de umbrales de intensidad lumínica baja para estimular su ciclo fenológico o fotoperiodo corto como algunos cultivos de interés agrícola (USPTO, 2004).



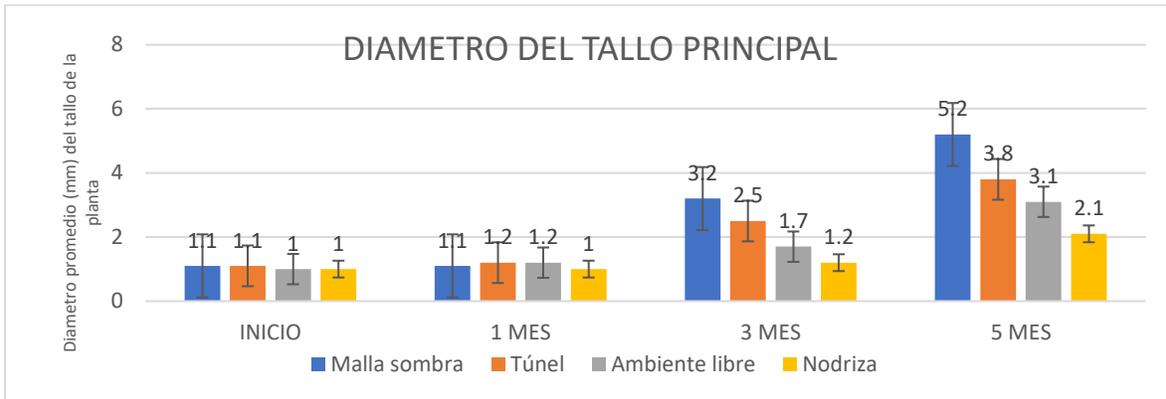
**Figura 75. Inicio de floración en ejemplares producidos con manejo agronómico bajo malla sombra.**

**Fuente: Elaboración propia.**

### **Diámetro del tallo**

El parámetro del diámetro del tallo en los grupos de manejo a los cinco meses de medición posterior al trasplante, presentó mejores valores para los ejemplares producidos en el grupo malla sombra, que para el resto de los grupos analizados. Esta tendencia se observó a partir del segundo trasplante donde al finalizar el periodo de evaluación los ejemplares desarrollados en malla sombra mantuvieron el mayor diámetro promedio del tallo mientras

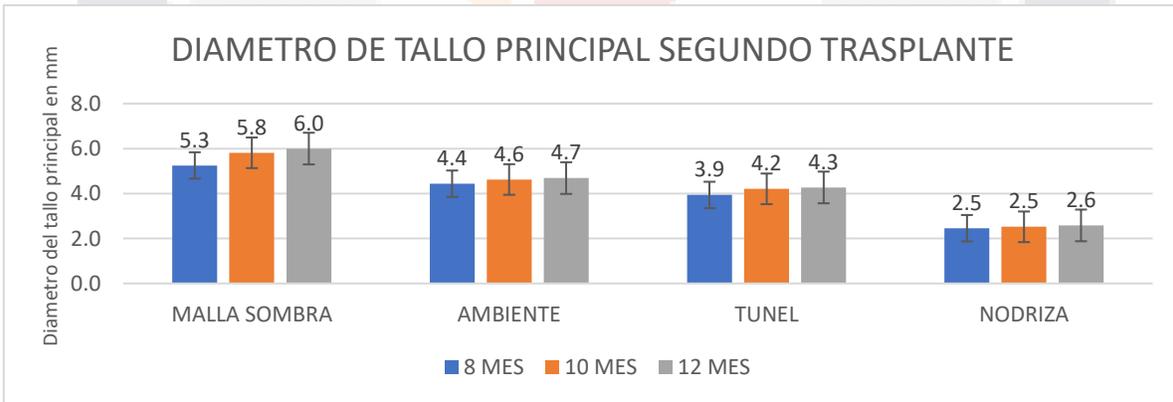
que las desarrolladas en el grupo nodriza fueron las que tuvieron el menor diámetro de tallo. Esto se puede presentar por el desarrollo y disposición de las hojas lo que pudo generar la ganancia de carbono fotosintético y por ende un mejor desarrollo vegetal (*Valladares et al. 2005*). El diámetro promedio obtenido por grupo evaluado a partir del segundo trasplante se muestra en la Figura 76.



**Figura 76. Diámetro promedio de tallo por planta entre procedencias por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

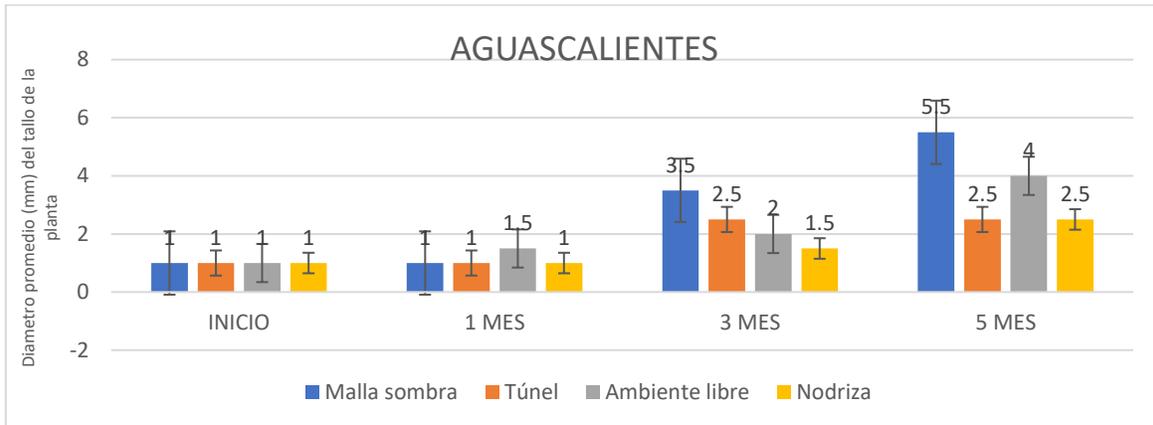
Los promedios del diámetro del tallo por planta, entre procedencias y posterior al segundo trasplante se muestran en la Figura 77.



**Figura 77. Diámetro promedio del tallo por planta entre procedencias por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia**

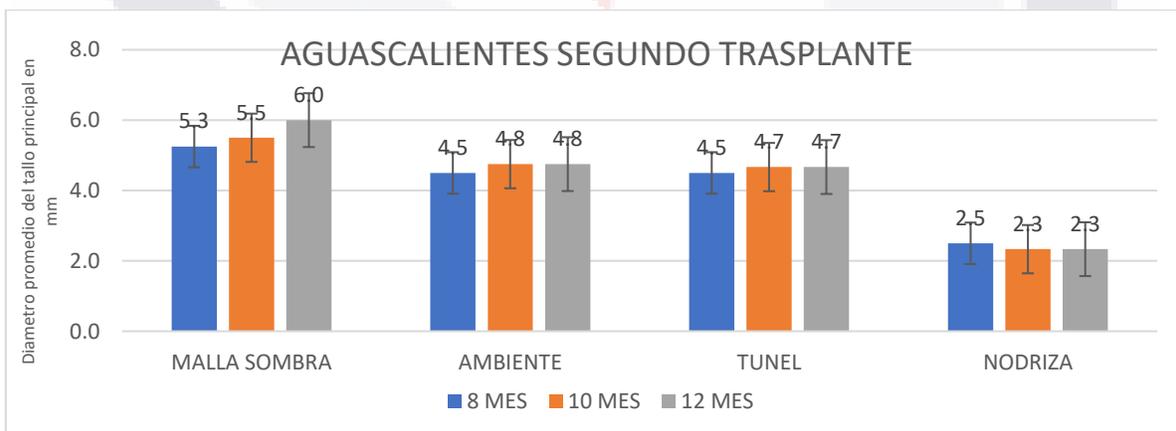
En el análisis individual de evaluación de diámetro por grupo para los ejemplares producidos con material procedente de Aguascalientes, se pudo confirmar que el grupo malla sombra fue el que presentó los numero de diámetro más altos a los 5 meses de trasplante. Mientras que el grupo nodriza el que tuvo los menores, como se puede observar en la Figura 78.



**Figura 78. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Aguascalientes por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En el segundo trasplante para el grupo Aguascalientes se obtuvieron valores al finalizar el periodo de evaluación de mayor promedio de diámetro de tallo en los ejemplares desarrollados en malla sombra con 6mm y los de menor cantidad de diámetro aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 2.3mm como se muestra en la Figura 79.

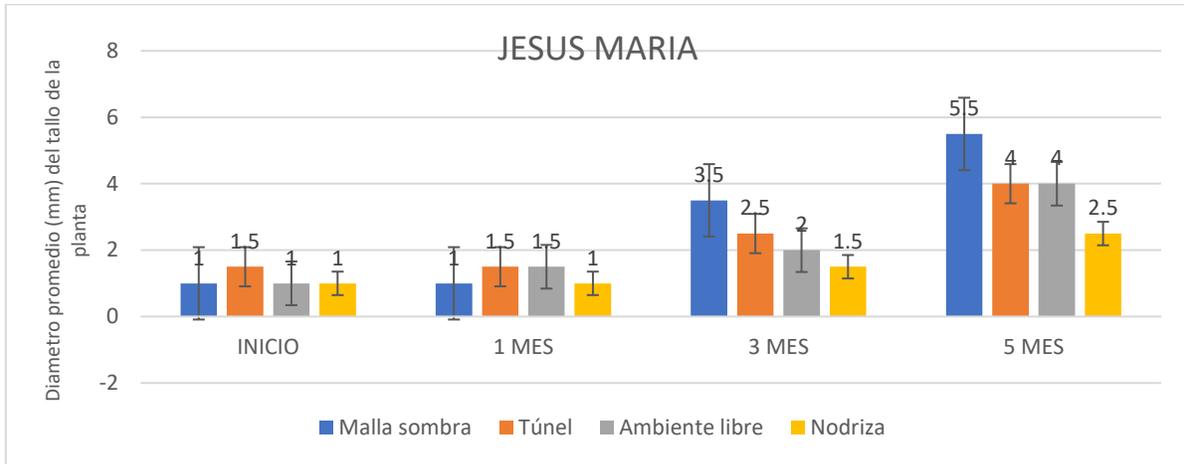


**Figura 79. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia**

**Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

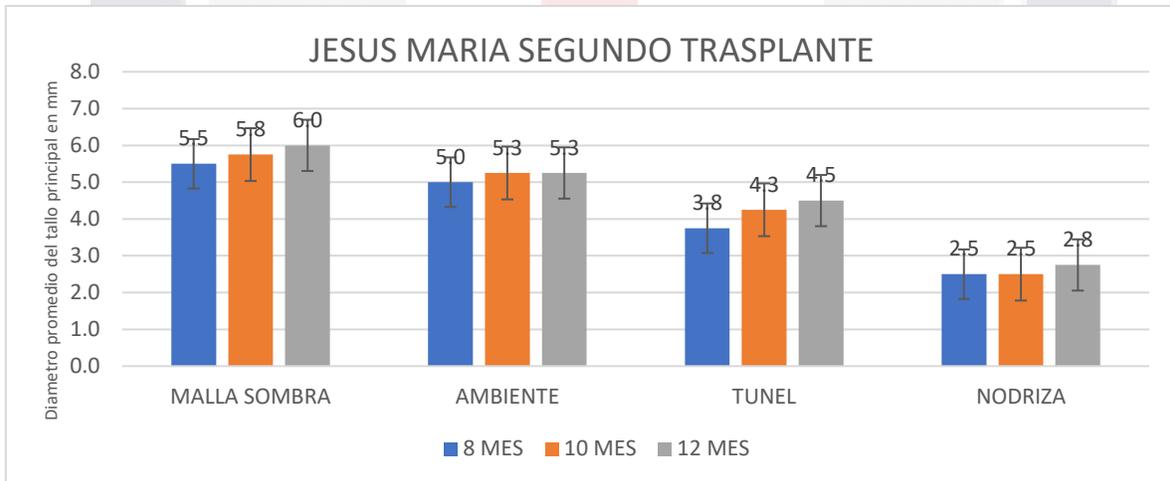
Los valores obtenidos para la procedencia de Jesús María siguieron la tendencia de mayor diámetro en promedio para el grupo malla sombra con 5.5mm y de valores menores para aquellos ejemplares del grupo nodriza con 2.5mm como se muestra en la Figura 80.



**Figura 80. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Jesús María por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Posterior al segundo trasplante y terminado el periodo de evaluación de 12 meses el grupo desarrollado en malla sombra confirmo los valores más altos en promedio de diámetro de tallo con 6mm, de igual manera el grupo desarrollado como nodriza se mantuvo con el valor promedio más bajo con 2.8mm como se observa en la Figura 81.

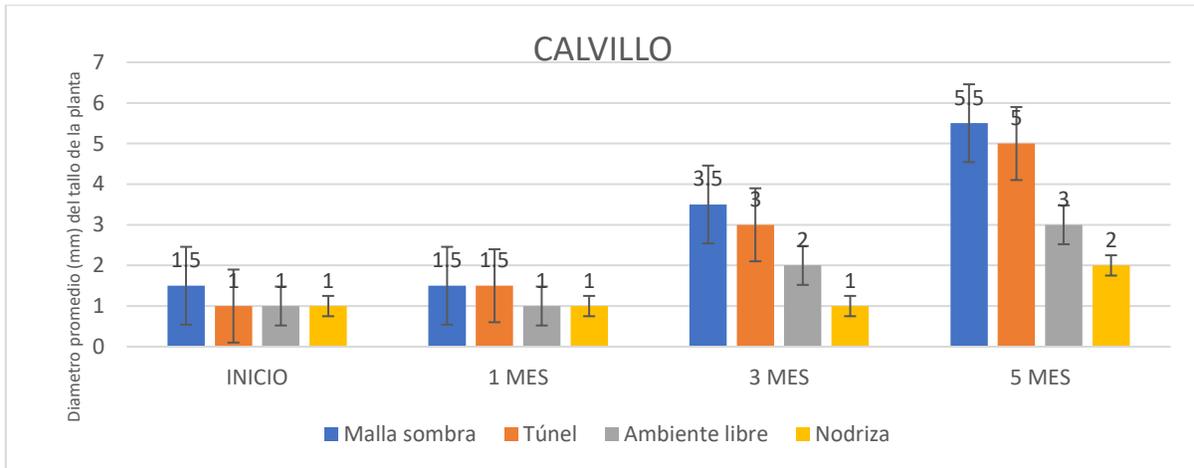


**Figura 81. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia**

**Aguascalientes por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

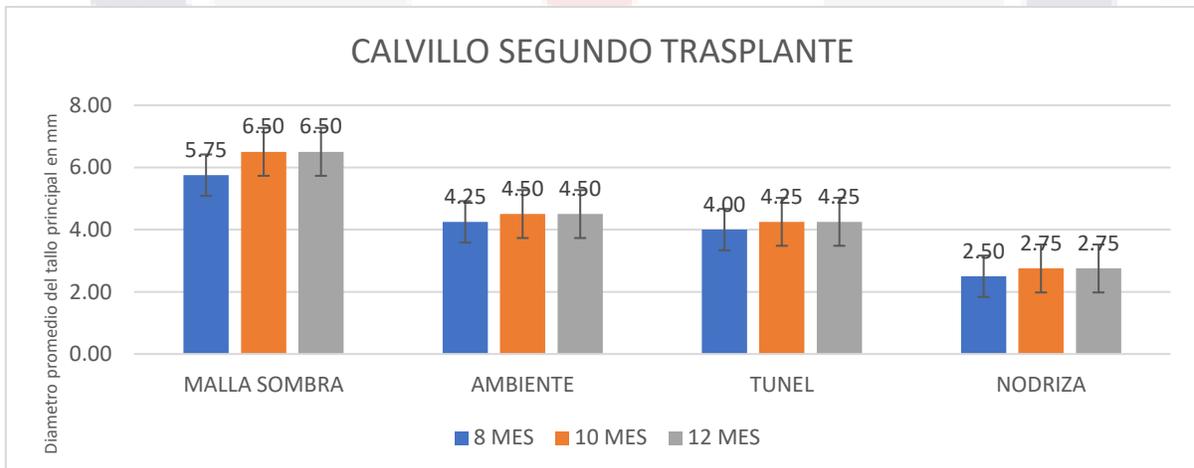
Los resultados arrojados para el análisis de plantas producidas con material procedente de Calvillo repitieron el patrón observado en otras procedencias, donde el mayor valor promedio de diámetro al quinto mes de medición se vio en el grupo malla sombra con 5.5mm y el menor en el grupo nodriza con 2mm como se muestra en la Figura 82.



**Figura 82. Diámetro promedio de tallo de la procedencia Calvillo por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

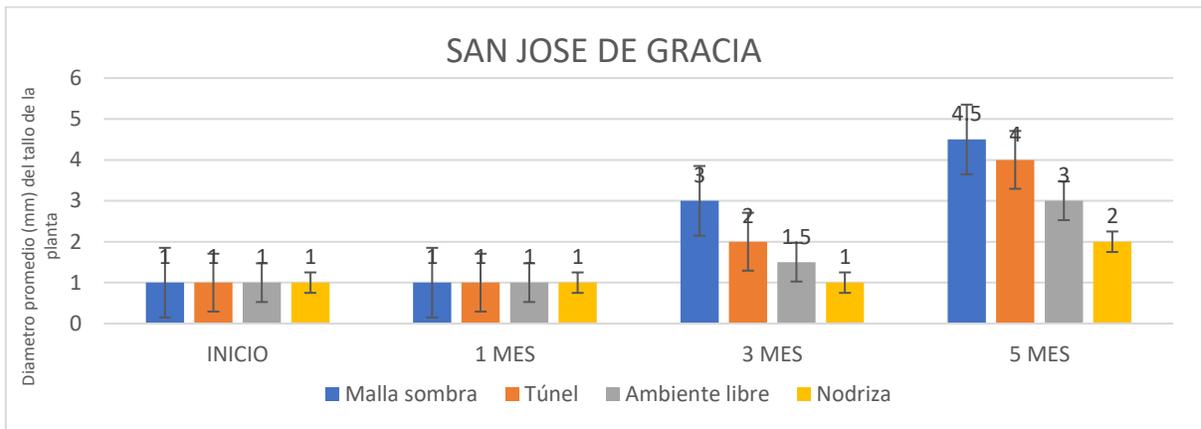
Posterior al segundo trasplante y terminado el periodo de evaluación de 12 meses el grupo desarrollado en malla sombra confirmo los valores más altos en promedio de diámetro de tallo con 6.5mm, de igual manera el grupo desarrollado como nodriza se mantuvo con el valor promedio más bajo con 2.7mm como se observa en la Figura 83.



**Figura 83. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia Calvillo por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

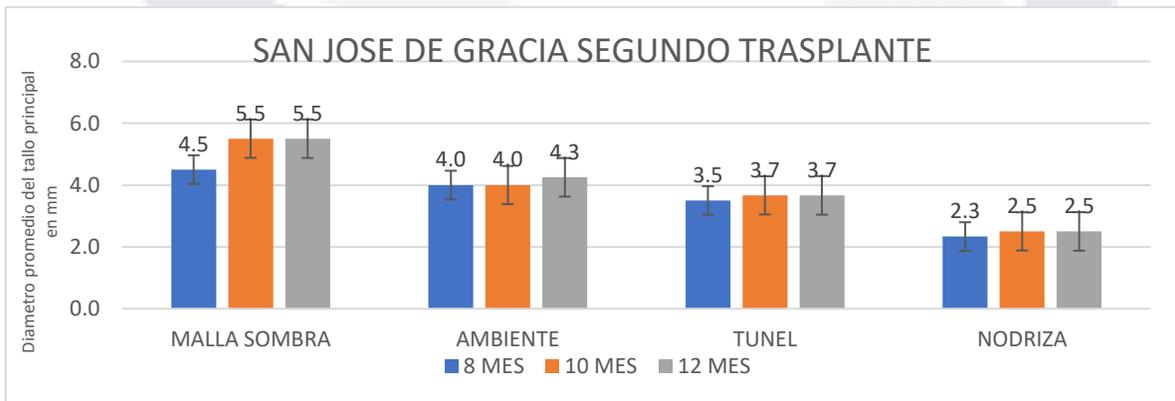
Por último, los resultados arrojados para el análisis de plantas producidas con material procedente de San José de Gracia mostraron el mayor valor promedio de diámetro al quinto mes de medición para el grupo malla sombra con 4.5mm diferenciándose significativamente del grupo nodriza que reportó un valor promedio de diámetro de 2mm como se puede observar en la Figura 84.



**Figura 84. Diámetro promedio de tallo de la procedencia San José de Gracia por grupo.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En el segundo trasplante para el grupo San José de Gracia se obtuvieron valores al finalizar el periodo de evaluación de mayor promedio de diámetro de tallo en los ejemplares desarrollados en malla sombra con 5.5 mm y los de menor cantidad de diámetro aquellos desarrollados en campo como nodriza con valores promedio de 2.5 mm como se muestra en la Figura 85.

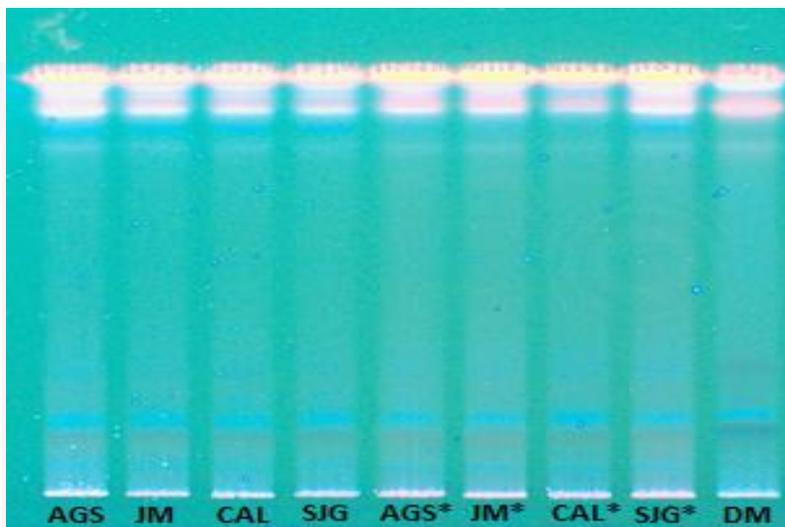


**Figura 85. Diámetro promedio del tallo en mm por planta de procedencia San José de Gracia por grupo posterior al segundo trasplante.**

**Fuente: Elaboración propia.**

**Perfil químico de plantas con manejo agronómico**

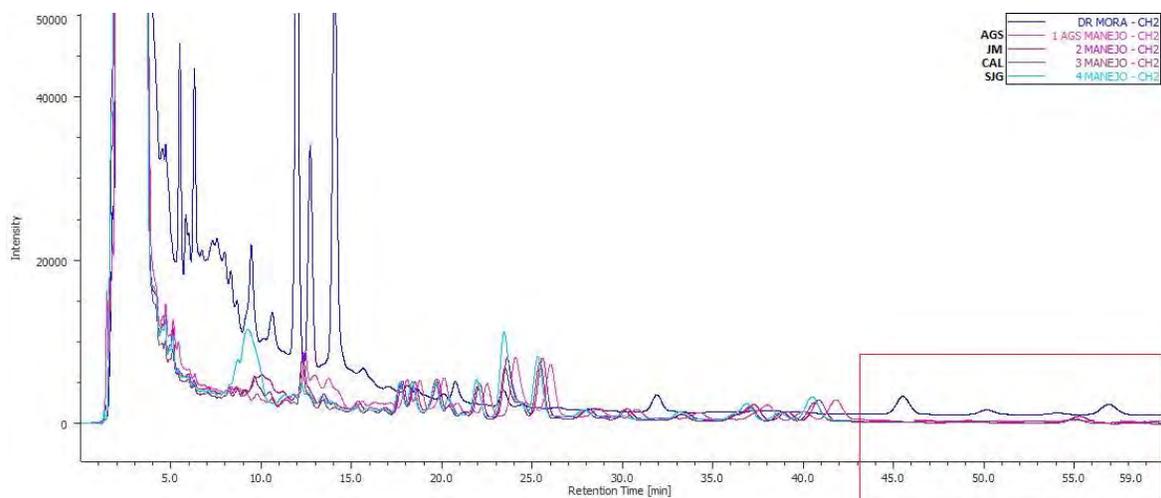
En todos los extractos de hojas analizados se presentó la consistencia del perfil químico observado en las pruebas silvestres, con cromatogramas de coloración violeta que sugiere la presencia de galfiminas, ya que esta es característica de estos compuestos (*Iglesias et al. 2022*), además del revelado azul que no han sido relacionados con las actividades ansiolítica y sedante (*Sharma et al., 2012b; Gesto et al., 2019; Balderas et al., 2020*). Los resultados arrojados del análisis cromatográfico se muestran en la Figura 86.



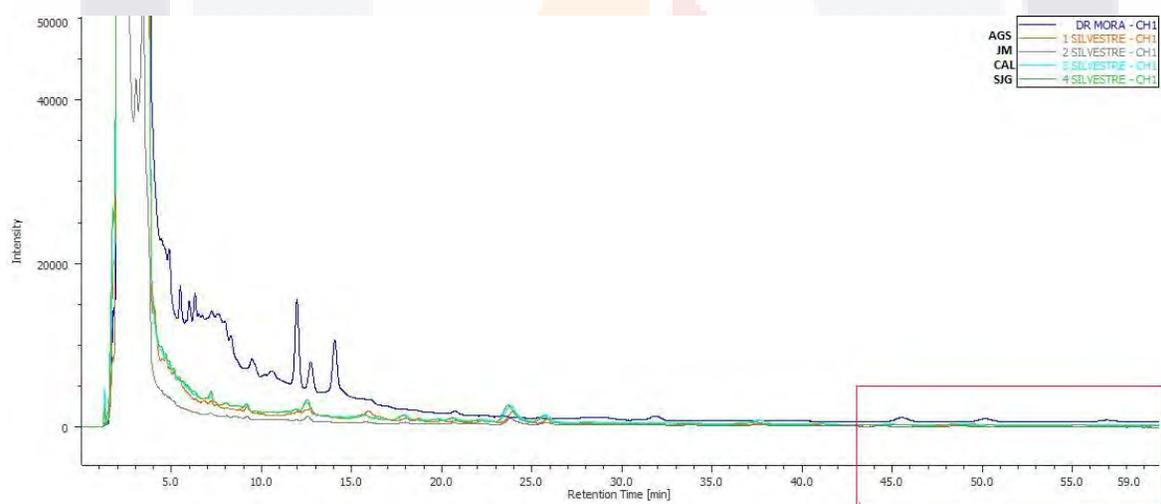
**Figura 86. Prueba de cromatografía para determinar el perfil químico de los extractos de ejemplares con manejo agronómico.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El análisis de cromatografía en capa fina de alto rendimiento (CLAE), arrojó mediante la comparativa de los cromatogramas resultantes de los extractos etanoicos evaluados de las poblaciones de AGS, JM, CAL y SJG con y sin manejo perfiles muy semejantes en donde ninguna de las localidades evaluadas mostró algún pico dentro del rango de las galfiminas reportadas para el estándar de Dr. Mora a los 45.5 m, 50m y 57m, como se muestran en la Figura 87 y la Figura 88.



**Figura 87. Separación de galphiminas por CLAE en extractos etanólicos de cuatro poblaciones con manejo de *G. glauca*. Aguascalientes (AGS), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina).**



**Figura 88. Separación de galphiminas por CLAE en extractos etanólicos de cuatro poblaciones silvestres de *G. glauca*. Aguascalientes (AGS), Jesús María (JM), Calvillo (CA), San José Gracia (SJG) y Dr. Mora (planta productora de galphimina).**

Al realizar la comparativa entre los perfiles de los extractos con manejo y silvestres se puede observar que estos son muy semejantes, presentando en los primeros minutos picos de diversos compuestos, y específicamente dos picos en los minutos 32.5 y 46.5, lo que nos indica que no corresponde a la fracción de galphimina-B o alguna anteriormente descrita, pero si en el rango de las gphiminas suponiendo la presencia de alguna aún no identificada

(Sharma et al. 2012). La ausencia de galphimina-B en los extractos de las 4 poblaciones de Aguascalientes con manejo, así como las silvestres, pueden deberse a factores ambientales como la temperatura, humedad e iluminación (Wang et al., 2004), ya que resultan diferentes a lo observado para esta especie en estudios aplicados en otras regiones, donde se observa la presencia de este compuesto (Cardoso-Taketa et al. 2008; Sharma et al. 2012; y Balderas et al. 2020).

## **CONCLUSIÓN**

Las plantas de *G. glauca* propagadas por semilla, con manejo agronómico (fertilización, micorrizas, mejoradores de suelo, MIP y riego) y con una intensidad de luz menor (malla sombra) durante su desarrollo, presentan mejores condiciones morfológicas. Los parámetros evaluados como altura, ramas laterales, diámetro del tallo y cantidad de hojas fueron constantemente mejores que los ejemplares nodriza (campo). La fenología de la especie también se vio diferenciada en esta misma combinación de manejo e intensidad de luz, presentando una floración uniforme antes que los demás grupos de estudio.

Los perfiles químicos de cromatografía en capa fina fueron herramientas convenientes que podrían usarse con fines de control de calidad farmacológicos. La producción de los bioactivos presentes en estas, parecen no verse modificados con el manejo ni por la intensidad de luz, presentando el mismo perfil que las silvestres, en donde no se confirmó la presencia de galfimina B para las poblaciones evaluadas, se pudo registrar la presencia de un metabolito, posiblemente alguna galfimina aún sin identificar, así como compuestos con propiedades anti inflamatorias.

Para el caso de la propagación por varetta se confirman los resultados de los ensayos realizados en el objetivo 3, donde se pudo observar el bajo porcentaje de éxito de sobrevivencia por este método, aunado a la raquífica precipitación presentada durante el periodo del corte.

Este trabajo arroja información que podrá ser utilizada en el futuro para estudios ecológicos, de restauración, manejo y aprovechamiento de esta especie en el estado de Aguascalientes.

## REFERENCIAS

- Arriaga M. Vicente, Cervantes G. Virginia, Vargas-Mena Araceli. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas, Primera edición: (1994).
- Balaguer L, Martínez-Ferri E, Valladares F, Pérez Corona M, Baquedano F, Castillo F, Manrique E. (2001). Population divergence in the plasticity of the response of *Quercus cocciferata* to the light environment. *Functional Ecology*, 2001, 15 124-135@ 2001 British Ecological Society, 124, Blackwell Science, Lt.
- Balderas, G. S., Alcalá, R. E., Ortíz-Caltempa, A., Cardoso-Taketa, A., & Villarreal, M. L. (2020). Variation in the production of sedative and anxiolytic compounds among *Galphimia* sp. populations grown in a greenhouse. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 30(1), 99-102. <https://doi.org/10.1007/s43450-020-00010-y>
- Cardoso-Taketa, A. T., R. Pereda-Miranda, Y. H. Choi, R. Verpoorte and M. L. Villarreal(2008). Metabolic profiling of the Mexican anxiolytic and sedative plant *Galphimia glauca* using nuclear magnetic resonance spectroscopy and multivariate data analysis. *Planta Medica Journal* 74(10):1295-1301. DOI: 10.1055/s-2008-1074583
- Comisión Nacional Forestal, Manual técnico para producción de planta (2005). Programa Nacional de Reforestación Coordinación de Conservación y Restauración Periférico Pte. 5360 esq. Carretera a Nogales Col. San Juan de Ocotán 45019 Zapopan, Jal. Primera edición, 2005. Impreso en México.
- Estrada E. (1985). Jardín Botánico de Plantas Medicinales "Maximino Martínez", Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México.pp.41.
- Estrada 2002. Plantas Medicinales de México. Universidad Autónoma de Chapingo 2-4 pp.
- Gesto-Borroto, R., Cardoso-Taketa, A., Yactayo-Chang, J. P., Medina-Jiménez, K., Hornung-Leoni, C., Lorence, A., & Villarreal, M. L. (2019). DNA barcoding and TLC as tools to properly identify natural populations of the Mexican medicinal species *Galphimia glauca* Cav. *PLoS ONE*, 14(5), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217313>
- Hartman, H.t.; D.E. Kester y F.T. Davies, JR. (1990). *Plant Propagation. Principles Practices*. Fifth edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood, Clifts, New Yersey. 647 p.

- Iglesias-Rodriguez D, Villarreal-Ortega M. L, Sharma A. Trabajo de Tesis Doctoral, Comparación de transcriptomas de dos poblaciones de *Galphimia* spp. para identificar posibles genes candidatos que codifican enzimas de la ruta de síntesis de las galfiminas (2022).
- Kebrom, T. H. (2017). A growing stem inhibits bud outgrowth-The overlooked theory of apical dominance. *Frontiers in Plant Science*, 8(October), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01874>
- Lara Villalobos, A. (2005). Introducción al cultivo de *Galphimia glauca* Cav.(Malphiaceae) y observaciones clínicas en pacientes voluntarios (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo).
- Liu, N., Buckley, T. N., He, X., Zhang, X., Zhang, C., Luo, Z., Wang, H., Sterling, N., & Guan, H. (2019). Improvement of a simplified process-based model for estimating transpiration under water-limited conditions. *Hydrological Processes*, 33(12), 1670-1685. <https://doi.org/10.1002/hyp.13430>
- Nader, BL., Taketa AT., Pereda-Miranda R., Villarreal ML. (2004). Genetic transformation of *Galphimia glauca* by *Agrobacterium rhizogenes* and the production of norfriedelates. *Journal Planta Med*,70:1-6.
- Niinemets Ü. (2010). Responses of forest trees to single and multiple environmental stresses from seedlings to mature plants: Past stress history, stress interactions, tolerance and acclimation. *Forest Ecology and Management* 260 (2010) 1623-1639.
22. Osuna L, Pereda MR, Tortoriello J, Villarreal ML. (1999). Production of the sedative. Ortíz, A., Cardoso-Taketa, A., Monroy, M. R., Arellano, J., Hernández, G., & Villarreal, M. L. (2010). Transformed cell suspension culture of *Galphimia glauca* producing 47 sedative nor-friedelanes. *Journal Planta Med*, 76(4), 386-392.
- Osuna, L., Pereda-Miranda, R., Tortoriello, J., & Villarreal, M. L. (1999). Production of the sedative triterpene galphimine B in *Galphimia glauca* tissue culture. *Journal Planta Med*, 65(2), 149-152.
- Osuna, L., Pereda-Miranda, R., & Villarreal, M. L. (2002). In vitro production of sedative galphimine B by cell suspension cultures of *Galphimia glauca*. *Journal of Biotechnology Letters*,24(4), 257-261.
- Pigliucci M., Gourtney J. Murren, Schlichting Carl D, (2006). Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation. *The Journal of Experimental Biology*209,2362-2367.
34. Gianoli E. (2004).

- Santini, B. A., Hodgson, J. G., Thompson, K., Wilson, P. J., Band, S. R., Jones, G., Charles, M., Bogaard, A., Palmer, C., & Rees, M. (2017). The triangular seed mass-leaf area relationship holds for annual plants and is determined by habitat productivity. *Functional Ecology*, 31(9), 1770-1779. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12870>
- Sharma, A., Folch, J. L., Cardoso-Taketa, A., Lorence, A., Villarreal, M. L., (2012). DNA barcoding of the Mexican sedative and anxiolytic plant *Galphimia glauca*. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(2), 371-378. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874112006307> doi: 10.1016/j.jep.2012.09.022
- Sharma, A., A. Cardoso-Taketa, Y. H. Choi, R. Verpoorte and M. L. Villarreal. (2012)b. "A comparison on the metabolic profiling of the Mexican anxiolytic and sedative plant *Galphimia glauca* four years later. *Journal of Ethnopharmacology* 141: 964-974. DOI: 10.1016/j.jep.2012.03.033.
- Schlaepfer L. & Mendoza-Espinoza. J. A. (2010). Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41, 18-27.
- USPTO, United States Patent and Trademark Office (2004) 'Strawberry Festival' U. S. Patent PP14,739 P2. United States Patent and Trademark Office. Alexandria, VA, USA. <https://patentimages.storage.googleapis.com/69/ae/e3/403581d25e9b64/USPP14739.pdf> (February 2019).
- Valladares, F., Dobarro, I., Sánchez-Gomez, D., & Pearcy, R. W. (2005). Photoinhibition and drought in Mediterranean woody saplings: scaling effects and interactions in sun and shade phenotypes. *Journal of Experimental Botany*, 56(411), 483-494.
- Wang, S. J., Liu, Q. M., & Zhang, D. F. (2004). Karst rocky desertification in southwestern China: geomorphology, landuse, impact and rehabilitation. *Land degradation & development*, 15(2), 115-121. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

## CONCLUSIÓN GENERAL

La caracterización de los cuatro sitios con presencia de *G. glauca* en Aguascalientes reportados para este proyecto, arrojan diferencias biogeográficas y ecológicas, aunque no marcadas para los factores de distribución de los individuos, presentando y expresando similitud en atributos de la especie, lo que descarta algún tipo de mutación o especiación entre los ejemplares establecidos en los cuatro espacios geográficos. Es de gran interés ecológico y científico, el encontrar que los sitios con presencia de *G. glauca* en el estado, presentan algún grado de disturbio, dejando abierta la interrogante si es una especie que se presenta como vegetación secundaria y oportunista o si está en peligro su presencia debido a dichos disturbios, así como la relación que guarda la historia de vida de la especie con la historia geológica del lugar ya que la sociedad que se encuentra en contacto con ella no tienen información certera sobre esta, su aprovechamiento ni estatus ecológico.

Para el aspecto fitoquímica de los ejemplares silvestres, el perfil cromatográfico no reveló para los extractos obtenidos de las cuatro localidades de Aguascalientes evaluadas en este proyecto, la presencia de galphimina-B, aunque si la de metabolitos de interés médico como el ácido gálico y la posible presencia de compuestos de la familia de las galphiminas para este caso aún sin identificar. Confirmando que la especie de *G. glauca* en México presenta variaciones importantes en su perfil bioquímico, generando la necesidad de continuar con estudios fitoquímicos, metabolómicos y genéticos de esta especie en estado silvestre, con la finalidad de obtener datos concretos de cuantificación de concentraciones de estos compuestos e identificar los metabolitos restantes y su función.

Para el aspecto de propagación, las semillas de *G. glauca* presentan adaptaciones adecuadas para su dispersión, sin embargo, los análisis realizados en laboratorio para este estudio mostraron que presentan algún tipo de latencia, limitando su propagación por su bajo porcentaje de germinación. Un método para la producción de planta en condiciones de vivero es incrementar la germinación en semillas de *G. glauca* con la remoción del pericarpio, seguida de un tratamiento con soluciones de agua destilada y ácido giberelico a una concentración de 2000ppm por 24 horas, asegurando así la emergencia, sobrevivencia y los parámetros de calidad mínimos establecidos para producción de planta forestal. En lo que se refiere a la producción de planta por el método vegetativo, los resultados arrojaron que la propagación de *G. glauca* mediante vareta no es la opción más factible, teniendo porcentajes de prendimiento menores a otras especies forestales no maderables sometidas a este mismo proceso.

El manejo agronómico en *G. glauca* es significativo en la fenología y las condiciones morfológicas como altura, ramas laterales, diámetro del tallo y cantidad de hojas en comparación con los ejemplares que no son sujetos a uno. Los perfiles químicos de cromatografía en capa fina, mostraron que la producción de los bioactivos presentes, parecen no modificarse con el manejo agronómico, presentando el mismo perfil que las silvestres, en donde no se confirmó la presencia de galfimina B para las poblaciones evaluadas, se pudo registrar la presencia de un metabolito, posiblemente alguna galfimina aún sin identificar, así como compuestos con propiedades anti inflamatorias.

Este trabajo arroja información que podrá ser utilizada en el futuro para estudios ecológicos, de restauración, manejo y aprovechamiento de esta especie en el estado de Aguascalientes.