

Universidad de Cundinamarca

## Repositorio CTel

---

Ciencias Agropecuarias

Libros

---

Spring 3-15-2024

# El retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en la provincia del Sumapaz

Arlette Ivonne Gil Clavijo

Universidad de Cundinamarca, aigil@ucundinamarca.edu.co

Jenny Paola Moreno Lopez

Universidad de Cundinamarca, jpmoreno@ucundinamarca.edu.co

Laguandio del Cristo Banda Sánchez

Universidad de Cundinamarca, lbanda@ucundinamarca.edu.co

Alba Gissela Fajardo Ortiz

Universidad de Cundinamarca, agfajardo@ucundinamarca.edu.co

Ángela Ginet Prieto Chitiva

Follow this and additional works at: <http://repositorioctei.ucundinamarca.edu.co/agropecuarias>



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Biosecurity Commons](#), [Entomology Commons](#), and the [Forest Biology Commons](#)

See next page for additional authors

---

### Recommended Citation

Gil Clavijo, Arlette Ivonne; Moreno Lopez, Jenny Paola; Banda Sánchez, Laguandio del Cristo; Fajardo Ortiz, Alba Gissela; Prieto Chitiva, Ángela Ginet; Guaidía Gómez, Anyela Patricia; Ariza Castillo, César Alfonso; Rincón Garzón, Daniela; Romero González, Erika Katerina; Velosa Cruz, Gloria Adriana; Tinjacá Torres, Héctor Emilio; Perilla Domínguez, Iván Camilo; Rodríguez Velásquez, Jader Yedfrey; Niño Castillo, Juan Gabriel; Martínez Chiguachi, Juliana Andrea; Clavijo Giraldo, Juliet Andrea; Herrera Delgado, Karen Lorena; Galindo Castillo, Lina Ximena; Sierra Garzón, María del Carmen; Arias Rodríguez, Natalia; and Andrade Andrade, Odair, "El retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en la provincia del Sumapaz" (2024). *Ciencias Agropecuarias*. 3.

<https://repositorioctei.ucundinamarca.edu.co/agropecuarias/3>

This Book is brought to you for free and open access by the Libros at Repositorio CTel. It has been accepted for inclusion in Ciencias Agropecuarias by an authorized administrator of Repositorio CTel. For more information, please contact [editorial@ucundinamarca.edu.co](mailto:editorial@ucundinamarca.edu.co).

---

## Authors

Arlette Ivonne Gil Clavijo, Jenny Paola Moreno Lopez, Laguandio del Cristo Banda Sánchez, Alba Gissela Fajardo Ortiz, Ángela Ginet Prieto Chitiva, Anyela Patricia Guaidia Gómez, César Alfonso Ariza Castillo, Daniela Rincón Garzón, Erika Katerina Romero González, Gloria Adriana Velosa Cruz, Héctor Emilio Tinjacá Torres, Iván Camilo Perilla Domínguez, Jader Yedfrey Rodríguez Velásquez, Juan Gabriel Niño Castillo, Juliana Andrea Martínez Chiguachi, Juliet Andrea Clavijo Giraldo, Karen Lorena Herrera Delgado, Lina Ximena Galindo Castillo, María del Carmen Sierra Garzón, Natalia Arias Rodríguez, and Odair Andrade Andrade

# EL RETAMO ESPINOSO

(*ULEX EUROPEAUS* L.)  
EN LA PROVINCIA DEL SUMAPAZ

Arlette Ivonne Gil Clavijo  
Jenny Paola Moreno López  
Laguandio del Cristo Banda Sánchez  
COMPILADORES

El retamo espinoso  
(*Ulex europeaus* L.) en la  
provincia del Sumapaz



# El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en la provincia del Sumapaz

Ecofisiología, hongos asociados,  
entomofauna y manejo sostenible

**COMPILADORES**

Arlette Ivonne Gil Clavijo

Jenny Paola Moreno López

Laguandio del Cristo Banda Sánchez

Compiladores: Gil Clavijo, Arlette Ivonne; Moreno López, Jenny Paola y Banda Sánchez, Laguandio Del Cristo.

Autores: Fajardo Ortiz, Alba Gissela; Prieto Chitiva, Ángela Ginet; Guaidía Gómez, Anyela Patricia; Gil Clavijo, Arlette Ivonne; Ariza Castillo, César Alfonso; Rincón Garzón, Daniela; Romero González, Erika Katerina; Velosa Cruz, Gloria Adriana; Tinjacá Torres, Héctor Emilio; Perilla Domínguez, Iván Camilo; Rodríguez Velásquez, Jader Yedfrey; Moreno López, Jenny Paola; Niño Castillo, Juan Gabriel; Martínez Chiguachi, Juliana Andrea; Clavijo Giraldo, Juliet Andrea; Herrera Delgado, Karen Lorena; Banda Sánchez, Laguandio del Cristo; Galindo Castillo, Lina Ximena; Sierra Garzón, María del Carmen; Arias Rodríguez, Natalia y Andrade Andrade, Odair.

*El retamo espinoso (Ulex europeus L.) en la provincia del Sumapaz. Ecofisiología, hongos asociados, entomofauna y manejo sostenible*, Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia, Sello Editorial, Universidad de Cundinamarca

Botánica. —Retamo espinoso. —Especie invasora. —Ecosistema. —Ecofisiología. —Hongos asociados. —Entomofauna. —Manejo sostenible.

Fusagasugá: Sello Editorial Universidad de Cundinamarca  
2024, 244 páginas; 21 cm x 27 cm, contiene figuras y tablas  
Incluye referencias bibliográficas

ISBN: 978-628-7702-07-3  
eISBN: 978-628-7702-08-0



Derechos reservados  
1.ª edición, 15 de marzo de 2024

© Arlette Ivonne Gil Clavijo, Jenny Paola Moreno López y Laguandio Del Cristo Banda Sánchez, compiladores. Fajardo Ortiz, Alba Gissela; Prieto Chitiva, Ángela Ginet; Guaidía Gómez, Anyela Patricia; Gil Clavijo, Arlette Ivonne; Ariza Castillo, César Alfonso; Rincón Garzón, Daniela; Romero González, Erika Katerina; Velosa Cruz, Gloria Adriana; Tinjacá Torres, Héctor Emilio; Perilla Domínguez, Iván Camilo; Rodríguez Velásquez, Jader Yedfrey; Moreno López, Jenny Paola; Niño Castillo, Juan Gabriel; Martínez Chiguachi, Juliana Andrea; Clavijo Giraldo, Juliet Andrea; Herrera Delgado, Karen Lorena; Banda Sánchez, Laguandio del Cristo; Galindo Castillo, Lina Ximena; Sierra Garzón, María del Carmen; Arias Rodríguez, Natalia y Andrade Andrade, Odair, autores.

© Universidad de Cundinamarca

Olga Marina García Norato  
DIRECTORA EDITORIAL

DANIEL ALONSO MATTERN HERNÁNDEZ  
COORDINACIÓN EDITORIAL

CÉSAR AUGUSTO BUITRAGO QUIÑONES  
EDITOR DE PUBLICACIONES

CINDY CATHERINE MARTÍNEZ MARTÍNEZ  
CORRECCIÓN DE ESTILO

RUBÉN ALBERTO URRIAGO GUTIÉRREZ  
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Impresión: Multi Impresos S.A.S.

Universidad de Cundinamarca  
Fusagasugá, Colombia  
Diagonal 18 No. 20-29  
Teléfono: (+571) 828 1483  
editorial@ucundinamarca.edu.co  
<https://www.ucundinamarca.edu.co>

Primera edición, 2024

Universidad de Cundinamarca Vigilada Mineducación  
Reconocimiento personería jurídica: Resolución No. 19530, de diciembre 30 de 1992

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización expresa del titular de los derechos.

## Autores

1. **Alba Gissela Fajardo Ortiz**, <https://orcid.org/0000-0002-8193-7780>, agfajardo@ucundinamarca.edu.co, Docente Universidad de Cundinamarca.
2. **Ángela Ginet Prieto Chitiva**, <https://orcid.org/0000-0003-2536-4065>, agprieto@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
3. **Anyela Patricia Guaidia Gómez**, <https://orcid.org/0000-0002-3107-6046>, aguaidia@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
4. **Arlette Ivonne Gil Clavijo**, <https://orcid.org/0000-0001-6536-5877>, aigil@ucundinamarca.edu.co, Docente TCO Universidad de Cundinamarca
5. **César Alfonso Ariza Castillo**, <https://orcid.org/0000-0002-6983-7621>, caarizac@ucundinamarca.edu.co, Docente Universidad de Cundinamarca.
6. **Daniela Rincón Garzón**, <https://orcid.org/0000-0001-8205-0017>, drincong@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
7. **Erika Katerina Romero González**, <https://orcid.org/0009-0004-7264-0178>, ekromero@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
8. **Gloria Adriana Velosa Cruz**, <https://orcid.org/0000-0002-9617-7534>, gvelosa@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
9. **Héctor Emilio Tinjacá Torres**, <https://orcid.org/0009-0009-4013-5480>, hetinjaca@ucundinamarca.edu.co, Ingeniero Agrónomo.
10. **Iván Camilo Perilla Domínguez**, <https://orcid.org/0009-0004-7312-3084>, icperilla@ucundinamarca.edu.co, Ingeniero Agrónomo.
11. **Jader Yedfrey Rodríguez Velásquez**, <https://orcid.org/0000-0003-4474-5402>, jyedfreyrodriguez@ucundinamarca.edu.co, Ingeniero Agrónomo.
12. **Jenny Paola Moreno López**, <https://orcid.org/0000-0002-0094-8796>, jpmoreno@ucundinamarca.edu.co, Docente TCO Universidad de Cundinamarca.
13. **Juan Gabriel Niño Castillo**, <https://orcid.org/0000-0003-4347-564X>, jgnino@ucundinamarca.edu.co, Ingeniero Agrónomo.
14. **Juliana Andrea Martínez Chiguachi**, <https://orcid.org/0000-0002-5765-0763>, juliandreamartinez@hotmail.com, Investigadora Ph.D externa
15. **Juliet Andrea Clavijo Giraldo**, <https://orcid.org/0000-0003-3315-3583>, juliethaclavijo@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
16. **Karen Lorena Herrera Delgado**, <https://orcid.org/0000-0003-3592-5006>, klherrera@ucundinamarca.edu.co, Ingeniera Agrónoma.
17. **Laguandio del Cristo Banda Sánchez**, <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360>, lbanda@ucundinamarca.edu.co, Docente TCO Universidad de Cundinamarca.

18. **Lina Ximena Galindo Castillo**, <https://orcid.org/0009-0004-8446-2663>, [lxgalindo@ucundinamarca.edu.co](mailto:lxgalindo@ucundinamarca.edu.co), Ingeniera Agrónoma.
19. **María del Carmen Sierra Garzón**, <https://orcid.org/0000-0002-1056-0808>, [mdelcarmensierra@ucundinamarca.edu.co](mailto:mdelcarmensierra@ucundinamarca.edu.co), Ingeniera Agrónoma.
20. **Natalia Arias Rodríguez**, <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-6126-4451>, [nariasr@ucundinamarca.edu.co](mailto:nariasr@ucundinamarca.edu.co), Ingeniera Agrónoma.
21. **Odair Andrade Andrade**, <https://orcid.org/0000-0003-3740-6234>, [oandrade@ucundinamarca.edu.co](mailto:oandrade@ucundinamarca.edu.co), Ingeniero Agrónomo.

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>El retamo espinoso como especie invasora</b> <i>Jenny Paola Moreno López y César Alfonso Ariza Castillo</i>	
<b>CAPÍTULO II</b> .....	15
<b>Determinación del banco de semillas de retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca</b> <i>Juliana Andrea Martínez Chiguachi, Alba Gissela Fajardo Ortiz, Lina Ximena Galindo Castillo e Iván Camilo Perilla Domínguez</i>	
<b>Capítulo III</b> .....	33
<b>Indicadores de crecimiento en retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.): acumulación de materia seca y Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) en las plantas</b> <i>Arlette Ivonne Gil Clavijo, Ángela Ginet Prieto Chitiva y Daniela Rincón Garzón</i>	
<b>Capítulo IV</b> .....	47
<b>Fenología de la planta de retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca</b> <i>Arlette Ivonne Gil Clavijo, Ángela Ginet Prieto Chitiva y Daniela Rincón Garzón</i>	
<b>Capítulo V</b> .....	61
<b>Identificación de hongos asociados al retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.) en tres municipios de Cundinamarca</b> <i>Jenny Paola Moreno López, Anyela Patricia Guaidía Gómez, Karen Lorena Herrera Delgado, Juliet Andrea Clavijo Giraldo y Odair Andrade Andrade</i>	
<b>Capítulo VI</b> .....	101
<b>Identificación de la artropofauna del suelo asociada al retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.), en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca</b> <i>Juliana Andrea Martínez Chiguachi, Erika Katerina Romero González y Jader Yedfrey Rodríguez Velásquez</i>	
<b>Capítulo VII</b> .....	179
<b>Comunidad de insectos asociados al retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.) en áreas de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca</b> <i>Laguandío del Cristo Banda Sánchez, María del Carmen Sierra Garzón, Natalia Arias Rodríguez y Gloria Adriana Velosa Cruz</i>	
<b>Capítulo VIII</b> .....	129
<b>Órdenes de insectos asociados al retamo espinoso (<i>Ulex europeus</i> L.) en el municipio de Sibaté, Cundinamarca</b> <i>Laguandío del Cristo Banda Sánchez, Héctor Emilio Tinjacá Torres y María del Carmen Sierra Garzón</i>	

<b>Capítulo IX</b> .....	147
<b>Himenópteros (Apidae) nectívoros y polinívoros asociados al retamo espinoso (<i>Ulex europeaus L.</i>)</b>	
<i>Laguandio del Cristo Banda Sánchez y Héctor Emilio Tinjacá Torres</i>	
<b>Capítulo X</b> .....	161
<b>Alternativas de manejo integrado de la maleza retamo espinoso (<i>Ulex europeaus L.</i>) en el Sumapaz</b>	
<i>Gloria Adriana Velosa Cruz, Laguandio del Cristo Banda Sánchez y Juan Gabriel Niño Castillo</i>	
<b>Capítulo XI</b> .....	193
<b>Exploración del manejo biológico de retamo espinoso (<i>Ulex europeaus L.</i>) con lepidópteros fitófagos en Sumapaz</b>	
<i>Laguandio del Cristo Banda Sánchez, Gloria Adriana Velosa Cruz y Juan Gabriel Niño Castillo</i>	
<b>Capítulo XII</b> .....	203
<b>Evaluación de daños en tallos de retamo espinoso (<i>Ulex europeaus L.</i>) por aplicación de herbicidas: resultados preliminares</b>	
<i>Alba Gissela Fajardo Ortiz y Arlette Ivonne Gil Clavijo</i>	
<b>Epílogo</b> .....	213

<b>Figura 1.</b> Laguna de Colorados ubicada dentro del páramo del Sumapaz (municipio de Pasca, Cundinamarca) . . . . .	1
<b>Figura 2.</b> Frailejones ( <i>Espeletia</i> spp.) ubicados en la laguna de Colorados dentro del páramo del Sumapaz (municipio de Pasca, Cundinamarca). . . . .	2
<b>Figura 3.</b> Frailejones ( <i>Espeletia</i> spp.) encontrados en la vereda Romeral del municipio de Sibaté . . . . .	3
<b>Figura 4.</b> Plantas de retamo espinoso encontradas en el municipio de Sibaté, Cundinamarca . . . . .	4
<b>Figura 5 a. y 5 b.</b> a. Flores y vainas de retamo espinoso ( <i>U. europeus</i> L.) y b. Ilustración botánica del Real Jardín Botánico. Flora von Deutschland, Österreich und Der Schweiz 1885, Gera, Germany. Autor. Dr. Otto Wilhelm Thomé. . . . .	5
<b>Figura 6.</b> Parche de retamo espinoso ( <i>U. europeus</i> L.) a la orilla de la carretera veredal . . . . .	6
<b>Figura 7.</b> Parche de retamo espinoso ( <i>U. europeus</i> L.) a la orilla de la carretera veredal . . . . .	7
<b>Figura 8.</b> Fotografía tomada en el año 2017, en la vereda Romeral de Sibaté . . . . .	8
<b>Figura 9.</b> Fotografía tomada en el año 2021, en la vereda Romeral de Sibaté . . . . .	8
<b>Figura 10.</b> Retamo espinoso creciendo junto a un arbusto de sauco ( <i>Sambucus</i> sp.) y otras especies propias del ecosistema . . . . .	9
<b>Figura 11.</b> Retamo espinoso creciendo junto a plantas de mortiño ( <i>Vaccinium</i> sp.) y otras especies propias del ecosistema . . . . .	9
<b>Figura 12.</b> Parche de retamo junto a cultivos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en la vereda Usabá del municipio de Sibaté, Cundinamarca . . . . .	9
<b>Figura 13.</b> Parche de retamo junto a cultivos de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) en la vereda Romeral del municipio de Sibaté, Cundinamarca . . . . .	10
<b>Figura 14.</b> Detalle de una planta de retamo espinoso quemada . . . . .	10
<b>Figura 15.</b> Retamo espinoso ubicado a la orilla de la carretera. Fue quemado por los habitantes de la zona en un intento por frenar su propagación . . . . .	10
<b>Figura 16.</b> Retamo espinoso encontrado en los límites de una finca. Fue quemado y cortado por los habitantes de la zona en un intento por frenar su propagación . . . . .	11
<b>Figura 17.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeus</i> L.) con abundantes vainas y semillas, que contribuyen a su rápida propagación . . . . .	12
<b>Figura 18.</b> Exposición de semillas después de un incendio en matorral de retamo espinoso . . . . .	18
<b>Figura 19.</b> Rebrote de plántulas de retamo espinoso después de un incendio . . . . .	18
<b>Figura 20.</b> Desarrollo radicular de plántulas de retamo espinoso después de presentarse un incendio . . . . .	18

<b>Figura 21.</b> Retamo espinoso asociado a cultivo de papa en el municipio de Sibaté . . .	19
<b>Figura 22.</b> <i>Ulex europeaus</i> establecido en bordes de carretera en el municipio de Sibaté . . . . .	19
<b>Figura 23.</b> En el borde izquierdo se aprecia al retamo espinoso ubicado en “La Laguna”, en Soacha, Cundinamarca . . . . .	19
<b>Figura 24.</b> Retamo espinoso como cerca viva en el municipio de Pasca, Cundinamarca . . . . .	19
<b>Figura 25.</b> Distancia de toma de muestras de suelo en cada relicto evaluado . . . . .	21
<b>Figura 26.</b> Superior: área de colecta de la muestra de suelo. Inferior: distribución del suelo de acuerdo con la profundidad colectada con tres repeticiones . . .	21
<b>Figura 27 a.; 27 b. y 27 c.</b> a. Retiro de material vegetal de muestras recolectadas. b. Tamizaje de las semillas de <i>U. europeaus</i> L. en mallas de 1 x 1 mm. c. Tamaño de las semillas de <i>U. europeaus</i> L. . . . .	22
<b>Figura 28.</b> Detalle de los filodios espinosos de una planta de <i>U. europeaus</i> L. . . . .	35
<b>Figura 29.</b> Filotaxia en espiral de retamo espinoso. . . . .	35
<b>Figura 30.</b> Flor de retamo espinoso en donde se distinguen las partes que la componen: estandarte, alas y quilla. . . . .	36
<b>Figura 31.</b> Rama de retamo espinoso donde se observó el fruto en vaina . . . . .	36
<b>Figura 32.</b> Acumulación de materia seca (g) de las plantas de retamo espinoso ( <i>Ulex europeaus</i> L.) durante 481 DDS bajo condiciones de umbráculo en Fusagasugá, Cundinamarca . . . . .	37
<b>Figura 33.</b> Sistema radical de una planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) donde se observan las raíces laterales ramificadas y la raíz principal . . . . .	39
<b>Figura 34.</b> Presencia de nódulos radiculares en el sistema radical de <i>U. europeaus</i> L. . .	39
<b>Figura 35.</b> TCR de las plantas de retamo espinoso ( <i>Ulex europeaus</i> L.) durante 481 DDS bajo condiciones de umbráculo en Fusagasugá, Cundinamarca . . . . .	42
<b>Figura 36.</b> Estadio 00. . . . .	50
<b>Figura 37.</b> Estadio 05 . . . . .	50
<b>Figura 38.</b> Estadio 09. . . . .	51
<b>Figura 39.</b> Estadio 10/30 . . . . .	51
<b>Figura 40.</b> Estadio 11/31. . . . .	51
<b>Figura 41.</b> Estadio 12/32. . . . .	52
<b>Figura 42.</b> Estadio 13/33 . . . . .	52
<b>Figura 43.</b> Estadio 15/35 . . . . .	52
<b>Figura 44.</b> Estadio 19/39 . . . . .	52
<b>Figura 45.</b> Estadio 21 . . . . .	53
<b>Figura 46.</b> Estadio 22. . . . .	53
<b>Figura 47.</b> Estadio 23 . . . . .	53
<b>Figura 48.</b> Estadio 25. . . . .	54
<b>Figura 49.</b> Estadio 29. . . . .	54
<b>Figura 50.</b> Macroconidias de <i>Fusarium</i> sp. aisladas a partir de retamo espinoso . . .	61

<b>Figura 51.</b> Retamo espinoso creciendo junto a frailejones ( <i>Espeletia</i> sp.) en la vereda Romeral, municipio de Sibaté, Cundinamarca . . . . .	62
<b>Figura 52.</b> Plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) que fueron quemadas junto a otras que brotaron después . . . . .	63
<b>Figura 53.</b> Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Las Delicias, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera municipal . . . . .	64
<b>Figura 54.</b> Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Usabá, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a orillas de la carretera veredal . . . . .	65
<b>Figura 55.</b> Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Romeral, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal . . . . .	65
<b>Figura 56.</b> Paisaje rural del municipio de Pasca, vereda desconocida uno, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal . . . . .	65
<b>Figura 57.</b> Paisaje rural del municipio de Pasca, vereda desconocida dos, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal . . . . .	66
<b>Figura 58.</b> Paisaje rural del municipio de Soacha, vereda Alto de la Cabra, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal . . . . .	66
<b>Figura 59.</b> Cantidad de zonas de muestreo donde se encontraron las plantas sintomáticas . . . . .	69
<b>Figura 60.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando síntomas de marchitamiento vascular . . . . .	69
<b>Figura 61.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando síntomas de marchitamiento vascular . . . . .	70
<b>Figura 62.</b> Colonia del género <i>Fusarium</i> . . . . .	70
<b>Figura 63.</b> Microconidias y conidióforos de <i>Fusarium</i> sp. . . . .	71
<b>Figura 64.</b> Tallo de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) con chancro . . . . .	71
<b>Figura 65.</b> Tallo de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) con chancro . . . . .	72
<b>Figura 66.</b> Tallo de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) con chancro . . . . .	72
<b>Figura 67.</b> Colonia del género <i>Alternaria</i> . . . . .	73
<b>Figura 68.</b> Conidias de <i>Alternaria</i> sp. . . . .	73
<b>Figuras 69.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando síntomas de clorosis localizada . . . . .	74
<b>Figuras 70.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando síntomas de clorosis generalizada . . . . .	74
<b>Figuras 71.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando síntomas de clorosis generalizada, con inicio de aparición de lesiones necróticas . . . . .	74
<b>Figura 72.</b> Hojas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) presentando necrosis en las hojas . . . . .	75
<b>Figura 73.</b> Hojas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) presentando muerte descendente . . . . .	75

<b>Figura 74.</b> Hojas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) presentando muerte descendente . . . . .	75
<b>Figura 75.</b> Colonia de <i>Fusarium</i> sp. . . . .	76
<b>Figura 76.</b> Macroconidias del género <i>Fusarium</i> . . . . .	76
<b>Figura 77.</b> Colonia <i>Aspergillus</i> sp. . . . .	76
<b>Figura 78.</b> Conidias y conidióforo del género <i>Aspergillus</i> . . . . .	76
<b>Figura 79.</b> Colonia <i>Nigrospora</i> sp. . . . .	77
<b>Figura 80.</b> Conidias del género <i>Nigrospora</i> . . . . .	77
<b>Figura 81.</b> Colonia <i>Alternaria</i> sp. . . . .	77
<b>Figura 82.</b> Conidia e hifa del género <i>Alternaria</i> . . . . .	77
<b>Figura 83.</b> Marchitamiento vascular en plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) inoculadas con <i>F. oxysporum</i> . . . . .	78
<b>Figura 84.</b> Plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) inoculadas con <i>Alternaria</i> sp., que mostraron síntomas iniciales de chancro . . . . .	78
<b>Figura 85.</b> Plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) inoculadas con <i>F. avenaceum</i> , que mostraron clorosis y necrosis . . . . .	79
<b>Figura 86.</b> Plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) inoculadas con <i>F. avenaceum</i> , que mostraron muerte descendente . . . . .	79
<b>Figura 87.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) mostrando los síntomas iniciales de la muerte descendente en Soacha, Cundinamarca . . . . .	81
<b>Figura 88.</b> Relicto de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) en la zona de muestreo de la artropofauna asociada. . . . .	85
<b>Figura 89 a.; 89 b.; 89 c.; 89 d.; 89 e.; 89 f.; 89 g. y 89 h.</b> Artrópodos de la clase insecta. a. Orden Coleoptera (staphylinidae), b. Coleoptera (curculionidae), c. Orden Hemiptera, d. Hemiptera (pseudococcidae), e. Orden thysanoptera, f. Orden Diptera (larva), g. Hymenoptera (formicidae) y h. Orden Hymenoptera (braconidae). . . . .	88
<b>Figura 90 a., 90 b. y 90 c.</b> Artrópodos de la clase colembolla. a. Orden entomobryomorpha, b. Orden pudoromorpha y c. Orden symphypleona . . . . .	90
<b>Figura 91.</b> Abundancia de artrópodos a 0, 3 y 6 metros de distancia de relictos de <i>Ulex europeaus</i> en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté . . . . .	92
<b>Figura 92.</b> Abundancia de individuos de las clases de artrópodos asociados a relictos de <i>Ulex europeaus</i> , en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté . . . . .	93
<b>Figura 93.</b> Abundancia de individuos de la clase collembola, a 0, 3 y 6 m de distancia de relictos de <i>Ulex europeaus</i> , en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté. . . . .	94
<b>Figura 94.</b> Relicto de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) en la zona de muestreo de la artropofauna . . . . .	98
<b>Figura 95.</b> Área cubierta por retamo espinoso en la zona de Sumapaz . . . . .	101
<b>Figura 96 a. y 96 b.</b> a. Zona ruderal de la carretera cubierta por retamo espinoso en Sibaté, Cundinamarca. b. Flores típicas de <i>U. europeaus</i> en ambientes del Sumapaz. . . . .	102

<b>Figura 97.</b> Flores representativas del <i>Ulex europeaus</i> con presencias de abejas nectaríferas y polinívoras en la región del Sumapaz . . . . .	103
<b>Figura 98.</b> Larva de Lepidoptera asociada al follaje de retamo espinoso en el Sumapaz. . . . .	103
<b>Figura 99.</b> Panorámica de un lote con presencia de retamo espinos en Romeral, Sibaté . . . . .	105
<b>Figura 100.</b> Presencia de <i>U. europeaus</i> sobre borde de carretera en zona de Usabá, Sibaté . . . . .	105
<b>Figura 101.</b> Área o “focos” de retamo espinoso en lotes cultivados en zonas de influencia de Sibaté, Cundinamarca, ubicada a 3300 m s. n. m. aproximadamente. . . . .	106
<b>Figura 102.</b> Presencia de retamo espinoso sobre borde de camino en zona de influencia de Soacha, Cundinamarca, ubicada a 3300 m s. n. m. aproximadamente . . . . .	106
<b>Figura 103.</b> Área cubierta con retamo espinos en Sibaté, con alturas de plantas cercanas a los 3,5 m. . . . .	107
<b>Figura 104.</b> Plantas de retamo espinoso con espinas y hojas aciculares, representativas de la especie de <i>U. europeaus</i> . . . . .	107
<b>Figura 105.</b> Producción de flores en gran abundancia en plantas de retamo espinoso en zona de Sibaté . . . . .	108
<b>Figura 106.</b> Racimo de flores característico de plantas de retamo espinoso. . . . .	109
<b>Figura 107.</b> Ubicación de la zona de estudio en Colombia en la zona de Sibaté, Soacha y Pasca. . . . .	110
<b>Figura 108.</b> Fotografía satelital de la zona del estudio Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca . . . . .	110
<b>Figura 109.</b> Fotografía satelital de la zona del estudio Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca . . . . .	111
<b>Figura 110.</b> Panorámicas de lotes agropecuarios con “focos” de retamo espinoso alrededor de los 3300 m s. n. m. área representativa de la zona de Sibaté, Cundinamarca . . . . .	111
<b>Figura 111.</b> Áreas cubiertas por retamo espinoso en borde de carretera en zona Sibaté, Cundinamarca, con alrededor de los 3300 m s. n. m. . . . .	111
<b>Figura 112.</b> Áreas con la presencia de retamo espinoso en zona de Soacha, en lotes de pastos, alrededor de los 3100 m s. n. m. . . . .	112
<b>Figura 113.</b> Plantas de retamo espinoso evaluadas en bordes de carretera destapada en Soacha, alrededor de los 3100 m s. n. m. . . . .	112
<b>Figura 114.</b> Presencia de retamo espinoso en una zona de Pasca – Cundinamarca en zona alrededor de los 2700 m s. n. m. . . . .	113
<b>Figura 115.</b> Presencia de plantas retamo espinoso en una zona de Pasca, Cundinamarca, en zona alrededor de los 2700 m s. n. m. . . . .	113
<b>Figura 116.</b> Procedimiento de muestreo de insectos en plantas de retamo espinoso en áreas objeto de estudio mediante pases dobles de red entomológica . . . . .	114
<b>Figura 117.</b> Procedimiento de muestreo de insectos en plantas de retamo espinoso en áreas objeto de estudio implementando la técnica de golpeteo . . . . .	115

<b>Figura 118.</b> Población de insectos por unidad de muestreo en las zonas evaluadas de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca. ....	118
<b>Figura 119.</b> Número de insectos por m <sup>2</sup> vertical de follaje de retamo espinoso evaluado en 8 muestreos en Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca. ....	119
<b>Figura 120.</b> Familias de insectos asociadas al retamo espinoso en las zonas de Sibaté, Soacha y Pasca. ....	123
<b>Figura 121.</b> Individuo de Mantidae presente en plantas de retamo espinoso en zona de Pasca, Cundinamarca. ....	124
<b>Figura 122.</b> Individuo de la familia Tettigoniidae presente en plantas de retamo espinoso en zona de Sibaté, Cundinamarca. ....	124
<b>Figura 123.</b> Individuo de la familia Thripidae presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas: Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca. ....	124
<b>Figura 124.</b> Muestra de larva de Lepidoptera presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas en el Sumapaz. Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca. ....	124
<b>Figura 125.</b> Individuo de Curculionidae presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas en el Sumapaz: Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca. .	124
<b>Figura 126.</b> Márgenes de carretera con focos de retamo espinoso en área de influencia de Sibaté, Cundinamarca en zona de alrededor de los 3000 m s. n. m. . .	129
<b>Figura 127.</b> Crecimiento de plantas de retamo espinoso en áreas disturbadas por quema en zona de Sibaté, Cundinamarca. ....	131
<b>Figura 128.</b> Plantas de retamo espinoso con una densa producción de biomasa en la zona de Sibaté, Cundinamarca. ....	131
<b>Figura 129.</b> Área cubierta por retamo espinoso en veredas de Sibaté, Cundinamarca	131
<b>Figura 130.</b> Áreas cubiertas por retamo espinoso sobre borde de carretera en la vereda Romeral de Sibaté, Cundinamarca. ....	131
<b>Figura 131.</b> Ubicación del municipio de Sibaté, Cundinamarca. ....	132
<b>Figura 132.</b> Altura sobre el nivel del mar (a. s. n. m.) de las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral de Sibaté, Cundinamarca. ....	132
<b>Figura 133.</b> Comportamiento de la temperatura (°C) evaluadas en las veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral del municipio de Sibaté entre 2019-2020. ....	133
<b>Figura 134.</b> Fluctuación de la humedad relativa (%) las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral evaluadas del municipio de Sibaté 2019-2020. ....	134
<b>Figura 135.</b> Foco de remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca. ....	134
<b>Figura 136.</b> Lotes invadidos por la maleza de remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca. ....	135
<b>Figura 137.</b> Lotes invadidos por la maleza remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca. ....	135
<b>Figura 138.</b> Lotes invadidos por la maleza remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca. ....	136
<b>Figura 139.</b> Zona ruderal al borde de carretera invadida por la maleza remato espinoso en zona de Usabá, Sibaté, Cundinamarca. ....	136

<b>Figura 140.</b> Planta de retamo espinoso con racimo de flores y presencia de insectos en Romeral, Sibaté, Cundinamarca . . . . .	137
<b>Figura 141.</b> Foco de retamo espinoso en las veredas: Las Delicias, Sibaté, Cundinamarca . . . . .	137
<b>Figura 142.</b> Muestreo mediante pases dobles de jama o "jameo" alrededor de cada sitio, en 5 m lineales. . . . .	138
<b>Figura 143.</b> Estados fenológicos: Vegetativo (Ve), Floración (FI), Fructificación (Fr) y Senescencia (Sc) observados y evaluados en plantas de retamo espinoso en las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019 -2020. . . . .	139
<b>Figura 144 a.; 144 b. y 144 c.</b> Porcentaje de los estados fenológicos de retamo en las veredas: Las Delicias (a), Usabá (b) y Romeral (c) evaluadas del municipio de Sibaté 2019 -2020. . . . .	140
<b>Figura 145.</b> Fluctuación de la densidad poblacional de hexápoda en las veredas del municipio de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral 2019-2020 . . . . .	142
<b>Figura 146.</b> Prueba de comparación de Tukey para la población de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral en el Sibaté 2019 -2020 . . .	144
<b>Figura 147.</b> Prueba de comparación de Tukey para los muestreos de la población de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral en el Sibaté 2019 -2020 . . . . .	145
<b>Figura 148.</b> Presencia de abejas en flores de retamo espinoso en zonas de Sibaté, Cundinamarca 2021 . . . . .	147
<b>Figura 149.</b> Flores representativas del <i>Ulex europeaus</i> con presencia de <i>Apis</i> melífera .	148
<b>Figura 150.</b> Presencia de retamo espinoso en el Sumapaz e interacción con plantas de frailejón. . . . .	149
<b>Figura 151.</b> Ejemplar de Hymenoptera asociado al retamo espinoso en Sibaté, Cundinamarca . . . . .	149
<b>Figura 152.</b> Área o transecto con retamo espinoso para evaluación de la presencia de insectos polinizadores en Sibaté, Cundinamarca. . . . .	150
<b>Figura 153.</b> Visita de abejas a flores de retamo espinoso en las zonas evaluadas . . .	150
<b>Figura 154.</b> Proporción (%) de estados fenológicos representativos de plantas de retamo espinosos en las tres veredas de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral	151
<b>Figura 155.</b> Individuo de Hymenoptera de la familia Apidae (abeja <i>Apis</i> melífera) sobre flores de retamo espinoso, en veredas de Sibaté: Romeral, Las Delicias y Usabá	151
<b>Figura 156.</b> Individuo de Hymenoptera de la familia ichneumonidae registrada en follaje de retamo espinoso en veredas de Sibaté. . . . .	152
<b>Figura 157.</b> Individuos (a y b) de Hymenoptera de la familia braconidae registrada sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral, Las Delicias y Usabá . . .	152
<b>Figura 158.</b> Individuo Hymenoptera de la familia encyrtidae, registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Las Delicias y Usabá. . . . .	152
<b>Figura 159.</b> Individuo Hymenoptera de la familia Vespidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Las Delicias y Usabá . . . . .	152
<b>Figura 160.</b> Individuo Hymenoptera de la familia Eulophidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral . . . . .	153

<b>Figura 161.</b> Individuo Hymenoptera de la familia Torymidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral . . . . .	153
<b>Figura 162.</b> Individuo Hymenoptera (a y b) de la familia Pteromalidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá y Romeral . . . . .	153
<b>Figura 163.</b> Individuo Hymenoptera de la familia Eurytomidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá, Las Delicias . . . . .	153
<b>Figura 164.</b> Individuo Hymenoptera de la familia Platygasteridae, registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá, Las Delicias. . . . .	154
<b>Figura 165.</b> Llegada de abejorro ( <i>Xylocopa</i> sp.) a flores de gulupa . . . . .	154
<b>Figura 166.</b> Forrajeo de abejorro ( <i>Xylocopa</i> sp.) en plantas de gulupa para ubicar flores. . . . .	155
<b>Figura 167.</b> Aproximación de abejorro ( <i>Xylocopa</i> sp.) a flores de gulupa en proceso de polinización . . . . .	155
<b>Figura 168.</b> Visita de abeja ( <i>Apis</i> melífera) a flores de gulupa . . . . .	155
<b>Figura 169.</b> Visita de una abeja a flores de retamo espinoso. . . . .	156
<b>Figura 170.</b> Fluctuación poblacional de abejas ( <i>Apis</i> melífera) en plantas de retamo espinoso en Sibaté . . . . .	157
<b>Figura 171.</b> Fluctuación poblacional de abejorros en plantas retamo espinoso en tres zonas de estudio de Sibaté . . . . .	157
<b>Figura 172.</b> Provincia de Sumapaz, departamento de Cundinamarca . . . . .	165
<b>Figura 173.</b> Diseño experimental de bloques completamente al azar con parcelas divididas. . . . .	167
<b>Figura 174.</b> Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para <i>U. europeaus</i> . . . . .	169
<b>Figura 175.</b> Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para <i>Z. mays</i> . . . . .	171
<b>Figura 176.</b> Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para <i>S. tuberosum</i> . . . . .	173
<b>Figura 177.</b> Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para <i>A. cepa</i> . . . . .	175
<b>Figura 178.</b> Temperatura y humedad relativa de Fusagasugá durante la evaluación de herbicidas. . . . .	177
<b>Figura 179.</b> Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en <i>U. europeaus</i> bajo 3 tratamientos *T= Testigo, *HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA . . . . .	177
<b>Figura 180.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>U. europeaus</i> a los 7 DDA en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . . . .	178
<b>Figura 181.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>U. europeaus</i> después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . . . .	179
<b>Figura 182.</b> Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en <i>S. tuberosum</i> bajo 3 tratamientos *T= Testigo, *HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA . . . . .	180
<b>Figura 183.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>S. tuberosum</i> a los 7 DDA primera en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . . . .	181

<b>Figura 184.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>S. tuberosum</i> después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . .	182
<b>Figura 185.</b> Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en <i>Z. mays</i> bajo 3 tratamientos *T= Testigo, *HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA . . . . .	183
<b>Figura 186.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>Z. mays</i> a los 7 DDPA en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . . . .	184
<b>Figura 187.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>Z. mays</i> después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico	185
<b>Figura 188.</b> Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en <i>A. cepa</i> bajo 3 tratamientos *T= Testigo, *HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA . . . . .	186
<b>Figura 189.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>A. cepa</i> a los 7 DDPA en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico . . . . .	187
<b>Figura 190.</b> Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en <i>A. cepa</i> después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico	188
<b>Figura 191.</b> Evaluación previa de consumo de retamo espinoso (a, b, c) por parte de morfoespecies de lepidópteros colectados en la zona del Sumapaz . . . . .	195
<b>Figura 192.</b> Escala de consumo para <i>U. europeus</i> por parte de larvas de lepidópteros. Grado 0 al grado 5. . . . .	196
<b>Figura 193.</b> Morfotipos (morfoespecies) de larvas de lepidópteros (A a Z y A1 a A4) registrados en Sibaté, Soacha y Pasca. Asociados al retamo espinoso . . . . .	197
<b>Figura 194.</b> Fluctuación de la densidad de lepidópteros asociados a <i>U. europeus</i> en zonas de influencia de Sibaté, Soacha y Pasca durante 376 DDPM. . . . .	198
<b>Figura 195.</b> Consumo de insectos lepidópteros liberados en <i>U. europeus</i> recolectados en Sibaté, Soacha y Pasca. *La flecha indica la liberación de nuevas morfoespecies a los 35 días DDL . . . . .	199
<b>Figura 196.</b> Prueba de preferencia para lepidópteros liberados en <i>U. europeus</i> , <i>Z. mays</i> , <i>S. tuberosum</i> y <i>A. cepa</i> . . . . .	200
<b>Figura 197 a.; 197 b.; 197 c. y 197 d.</b> Ensayo de evaluación de daño en tallos como efecto de la aplicación de herbicidas. a. Plantas de retamo espinoso utilizadas en el ensayo. b. Corte de tallos. c. Aplicación de herbicidas a las plantas por medio de jeringa. d. Unidades experimentales del ensayo. . . . .	206
<b>Figura 198 a.; 198 b.; 198 c. y 198 d.</b> Vista general de los tallos de retamo espinoso tratados con herbicidas y sin tratar. a. Metsulfurón metil 1 g /5 cm <sup>3</sup> de agua. b. Metsulfurón metil 1 g /10 cm <sup>3</sup> de agua. c. Glufosinato de amonio 2,5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua. d. Testigo . . . . .	207
<b>Figura 199.</b> Superior izquierda: vista general de raíces. Superior derecha, identificación de rebrote. Inferior izquierda: tallo con afectación de la herida en parte superior y parte basal sin daño. Inferior derecha: raíces sanas . . . . .	209

<b>Figura 200.</b> Tratamiento de herbicida metsulfurón metil (ALLY® 60 WG) en las dos dosificaciones a las plantas de retamo espinoso. Nótese los tallos secos y las raíces muertas en las plantas . . . . .	210
<b>Figura 201.</b> Respuesta de las plantas de retamo espinoso al tratamiento de glufosinato de amonio en dosis de 2.5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua. a. Daños en tallos. b. Daños en raíces. c. Vista de nódulos muertos . . . . .	210
<b>Figura 202.</b> Inicio de invasión de plantas de retamo espinoso ( <i>U. europaeus</i> L.) en una zona urbana de Bogotá . . . . .	213
<b>Figura 203.</b> Invasión de retamo espinoso en zona rural de Sibaté, Cundinamarca . . .	214
<b>Figura 204.</b> Emergencia de plántulas de retamo espinoso después de una quema en Pasca, Cundinamarca. . . . .	215
<b>Figura 205.</b> Rebrote de retamo espinoso posterior a la quema para erradicar plantas adultas . . . . .	215
<b>Figura 206.</b> Planta de retamo espinoso ( <i>U. europaeus</i> L.) en floración . . . . .	216

<b>Tabla 1.</b> Semillas germinadas en profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm y 10-20 cm, en relación con los municipios Pasca, Sibaté y Soacha . . . . .	23
<b>Tabla 2.</b> Semillas germinadas en distancia de 0,3,6 m en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha. . . . .	24
<b>Tabla 3.</b> Semillas no germinadas en las profundidades de 0 a 5 cm, 5 a10 cm y 10 a 20 cm, en los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha . . . . .	24
<b>Tabla 4.</b> Semillas no germinadas en distancias de 0, 3, 6 m, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha . . . . .	25
<b>Tabla 5.</b> Número de semillas encontradas en profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm y 10 a 20 cm, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha . . . . .	25
<b>Tabla 6.</b> Total de semillas encontradas a distancias de 0,3,6 m, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté, Soacha . . . . .	26
<b>Tabla 7.</b> Interacción entre los factores de distancia y profundidad para el banco de semillas total de <i>U. europeaus</i> L., en los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha .	27
<b>Tabla 8.</b> Crecimiento radical en plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca . . . . .	39
<b>Tabla 9.</b> Escala BBCH para la descripción de los cambios fenológicos de retamo espinoso ( <i>Ulex europeaus</i> L.) en un lapso de 378 DDS . . . . .	50
<b>Tabla 10.</b> Fenofases de retamo espinoso ( <i>Ulex europeaus</i> L.) en un lapso de 378 DDS bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca . . . . .	55
<b>Tabla 11.</b> Cambios fenológicos ocurridos en plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca, durante 378 dds . . . . .	57
<b>Tabla 12.</b> Síntomas de enfermedad encontrados en las zonas de muestreo y colecta de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) . . . . .	68
<b>Tabla 13.</b> Síntoma reproducido en las plantas de retamo espinoso ( <i>U. europeaus</i> L.) por los hongos inoculados. . . . .	78
<b>Tabla 14.</b> Contenido de materia orgánica y pH en los municipios de Pasca y Soacha, a partir del análisis de suelo . . . . .	93
<b>Tabla 15.</b> Índices de diversidad de artrópodos de suelo asociados a <i>Ulex europeaus</i> , en los municipios de Pasca, Soacha y Sibaté. . . . .	95
<b>Tabla 16.</b> Proporción de los estados fenológicos de retamo espinoso para cada una de las zonas del estudio: Sibaté, Soacha y Pasca. Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas . . . . .	116
<b>Tabla 17.</b> Registro de la presencia de insectos de diferentes órdenes asociados al retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca . . . . .	117
<b>Tabla 18.</b> Registro de familias en las zonas evaluadas del Sumapaz. Categoría de 1 a 5 según número de insectos ponderados por muestreo y la caracterización del principal del hábito alimento de los grupos identificados . . . . .	120

<b>Tabla 19.</b> Temperatura mínima, media y máxima de las veredas evaluadas en el municipio de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral en 2019-2020 . . . . .	133
<b>Tabla 20.</b> Humedad relativa (%) mínima, media y máxima de las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral evaluadas del municipio de Sibaté 2019-2020. . . . .	134
<b>Tabla 21.</b> Estados fenológicos de retamo espinoso en Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019-2020 . . . . .	141
<b>Tabla 22.</b> Frecuencia y proporciones de la entomofauna encontrada en tres veredas del municipio de Sibaté . . . . .	143
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza para la densidad poblacional de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019 -2020 . . . . .	144
<b>Tabla 24.</b> Frecuencia (%) de registros o de presencia de abejas y abejorros sobre <i>U. europeaus</i> en las tres veredas Las Delicias, Usabá, Romeral en Sibaté . . . . .	158
<b>Tabla 25.</b> Características climáticas del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca . .	166
<b>Tabla 26.</b> Análisis de varianza realizado para evaluar diferencias estadísticas en los tratamientos aplicados . . . . .	189
<b>Tabla 27.</b> Prueba de comparación Tukey realizada para cultivos y tratamientos. * Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha > 0,05$ ) .	190
<b>Tabla 28.</b> Supervivencia de lepidópteros liberados en <i>U. europeaus</i> . . . . .	199
<b>Tabla 29.</b> Supervivencia de lepidópteros liberados en <i>U. europeaus</i> , <i>Z. mays</i> , <i>S. tuberosum</i> y <i>A. cepa</i> . . . . .	200
<b>Tabla 30.</b> Herbicidas aplicados a tallos de retamo espinoso como posible mecanismo de control químico . . . . .	205
<b>Tabla 31.</b> Escala utilizada para la evaluación de daño en los tallos de retamo espinoso por efecto de herbicidas . . . . .	207
<b>Tabla 32.</b> Respuesta de los tallos de retamo espinoso a la aplicación de herbicida: evaluación de síntomas externos e internos según la escala ALAM (1974) . . . . .	208

A partir del convenio 785 de 2017 —celebrado entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el departamento de Cundinamarca— se generaron importantes resultados de investigación desde la Universidad de Cundinamarca, los cuales contribuyen de manera significativa al desarrollo de la región, tal como lo establece el Modelo Educativo Digital Transmoderno (Medit) en el que se erige la institución.

La Universidad de Cundinamarca, desde la Dirección de Investigación, en cabeza de la PhD. Olga Marina García Norato, junto con los gestores del conocimiento que participaron en los proyectos ejecutados con recursos del convenio 785 de 2017, hacen un especial reconocimiento al señor gobernador de Cundinamarca, doctor Jorge Emilio Rey Ángel; al secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTEI), doctor Arturo Melo Román; a la Ministra de Ciencia, Tecnología e Innovación, doctora Yesenia Olaya Requene; al jefe de la Oficina Asesora de Planeación e Innovación Institucional —encargado de las funciones de la Dirección de Gestión de Recursos para la CTEI—, doctor César Fabián Gómez Vega; a la supervisora del proyecto “*Diseño de estrategias para el control de retamo espinoso (Ulex europeus L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca*”, doctora Eгна Yamile Barrero Díaz; así como al equipo Ciencias Ambientales y del Mar de la Dirección de Gestión de Recursos para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (DGRCTEI), por el apoyo y colaboración en el desarrollo de este producto resultado de investigación que la Universidad de Cundinamarca presenta a la comunidad académica y científica de las ciencias ambientales, con el fin de contribuir a la solución de la problemática causada por el retamo espinoso.



Gobernación de  
**Cundinamarca**





Las malezas invasoras son especies de plantas extranjeras que generan el desplazamiento de especies nativas y son consideradas como las responsables de las pérdidas del hábitat y la extinción de especies, lo cual genera gran peligro para las especies autóctonas en una región determinada, sumado a que causan un impacto negativo sobre la biodiversidad de los ecosistemas nativos y afecta social y económicamente a las comunidades en la disminución o pérdida del valor económico de los terrenos invadidos por dichas especies, tal es el caso de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.), especie que predomina en las zonas andinas de Colombia, mayores a 2500 metros sobre el nivel del mar —de ahora en adelante (m s. n. m.)— y también, puede abarcar zonas de páramo, con alturas de alrededor de 3500 m s. n. m., como en la provincia del Sumapaz, en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca, zonas en las que se ha expandido dicha maleza.

El retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) es una planta de origen europeo perteneciente a la familia *Fabaceae*, una de las especies invasoras más agresivas del mundo, con presencia en diferentes países, entre ellos, Colombia. Los principales ecosistemas que se ven afectados por esta especie son los páramos, porque perjudica el área ocupada por las especies nativas, sumado a que intervienen en las actividades económicas como la disminución del área para la siembra de especies útiles para las comunidades, —además de que su población se encuentra en incremento, colonizando amplias áreas—, lo que conlleva a una gran preocupación de tipo ecológico.

El estudio se realizó en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca, zona en la que se encuentra el retamo espinoso con diferentes asociaciones como cultivos agrícolas, bordes de carretera, cuerpos de agua y como cerca viva dentro de las fincas. El objetivo que consistió en observar y cuantificar aspectos como la ecofisiología, los hongos asociados al retamo espinoso, la entomofauna asociada y el manejo sostenible, de forma que se permitan evaluar alternativas para esta especie introducida.

Por consiguiente, el conocimiento expuesto en este manuscrito busca contribuir al análisis del impacto de retamo espinoso en ecosistemas del páramo de Sumapaz, unido a la exploración de alternativas eficientes y ecológicamente viables para la

regulación o control de dicha especie invasora en Colombia. Se espera que la información consignada en esta publicación sirva como base para futuros estudios de sistemas de manejo y control de esta planta agresiva, con la finalidad de disminuir su impacto —cada vez más creciente— en zonas de Colombia, especialmente, en los páramos.

El presente manuscrito expone los resultados de los proyectos de investigación: “Diseño de estrategias para el control de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca”, desarrollado en el marco de la convocatoria 802 de Minciencias (Proyectos de I&D para el Departamento de Desarrollo Tecnológico de Base Biológica de Cundinamarca). También relaciona los resultados del proyecto de la Convocatoria Interna de la Universidad de Cundinamarca: “Estudios de biología, fisiología, ecología y estrategias de manejo de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en la región del Sumapaz”.



**Figura 1.** Laguna de Colorados ubicada dentro del páramo del Sumapaz (municipio de Pasca, Cundinamarca)  
Fuente: elaboración propia.

## El retamo espinoso como especie invasora

JENNY PAOLA MORENO LÓPEZ<sup>1</sup>  
CÉSAR ALFONSO ARIZA CASTILLO<sup>2</sup>

■ Los páramos presentan una gran importancia para la vida, porque allí nacen la mayoría de los ríos, los cuales desempeñan un rol fundamental en la regulación del ciclo del agua —que será utilizada para consumo humano y para otras actividades como la industria, la agricultura, la ganadería etc.—. Según Burbano-Girón et ál. (2020), el 70 % del recurso hídrico del país es suministrado por los páramos, además de que en sus suelos se almacena carbono atmosférico.

1 <https://orcid.org/0000-0002-0094-8796> - jpmoreno@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0000-0002-6983-7621> - caarizac@ucundinamarca.edu.co - Docente Universidad de Cundinamarca.

El Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible inició el proceso de delimitación del complejo de páramos Cruz Verde de Sumapaz en el año 2017, con el fin de proteger a este importante ecosistema que cuenta con 315.066 hectáreas (ha) y dentro de él se ubican 7 municipios del departamento del Meta, un municipio del Huila y 17 municipios de Cundinamarca. El complejo de páramos Cruz Verde de Sumapaz alberga diferentes especies de aves, 208; mamíferos, 83; anfibios, 18; y especies vegetales, 1166; la altura oscila entre los 3500 y los 4000 metros sobre el nivel del mar —de ahora en adelante— (m s. n. m.) (Castillo-Reyes et ál., 2019). Una de las plantas más importantes y reconocida de los páramos son los frailejones (*Espeletia* spp.) (Figuras 2 y 3) y la especie más común es la *Espeletia grandiflora* (Rodríguez, 2003).

El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) es una especie vegetal que pertenece a la familia *Fabaceae*, considerada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como una de las 100 especies invasoras de alto riesgo; en Colombia está en el rango de las 10 plantas invasoras con mayor impacto en el territorio nacional, declarada en 2005 por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos



**Figura 2.** Frailejones (*Espeletia* spp.) ubicados en la laguna de Colorados dentro del páramo del Sumapaz (municipio de Pasca, Cundinamarca)  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 3.** Frailejones (*Espeletia* spp.) encontrados en la vereda Romeral del municipio de Sibató  
Fuente: elaboración propia.

Alexander Von Humboldt como especie invasora (Gutiérrez, 2006; Ocampo y Solorza, 2017). Debido a su rápido crecimiento, adaptación y esparcimiento es un riesgo inminente para las especies propias del páramo, porque las puede “sofocar”, motivo por el cual se han generado alertas respecto a su propagación (Diazgranados, 2015).

### El retamo espinoso: origen y generalidades

El retamo espinoso (*U. europeus* L.) es una especie leñosa, perenne o siempre verde, originaria de la costa occidental europea y el norte de África. Esta planta se ha expandido exitosamente en varias partes del mundo, ya que desde sus inicios algunos colonos europeos introdujeron esta planta —que se adapta de forma exitosa— en diferentes ecosistemas. Actualmente, en Nueva Zelanda, Estados Unidos, Chile y Australia se clasificó al retamo espinoso como hierba nociva, debido a que invade rápidamente las áreas secas y perturbadas, formando densos matorrales que pueden suprimir e inhibir la vegetación nativa. Esta especie se propaga de forma sexual y asexualmente (como se explica en el capítulo III); posee semillas que son resistentes a condiciones difíciles como sequías, deficiencias de nutrientes, entre otras adversidades; también pueden germinar después de muchos años —si las semillas quedaron en el suelo— aún después de haber quemado la planta. En países tropicales florece todo el año, es una especie que tiene propiedades pirófilas, es decir, que contiene esencias o resinas inflamables que ayudan a propagar el fuego, pero es resistente a estos efectos, razón por la que sus semillas y raíces brotan al poco tiempo (Learth, 2006; Vargas, 2006; Amaya-Villarreal y Rengifo, 2010; Ocampo y Solorza, 2017).



**Figura 4.** Plantas de retamo espinoso encontradas en el municipio de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

### **Taxonomía**

Reino *Plantae*

División *Tracheophyta*

Clase *Magnoliopsida*

Orden *Fabales*

Familia *Fabaceae*

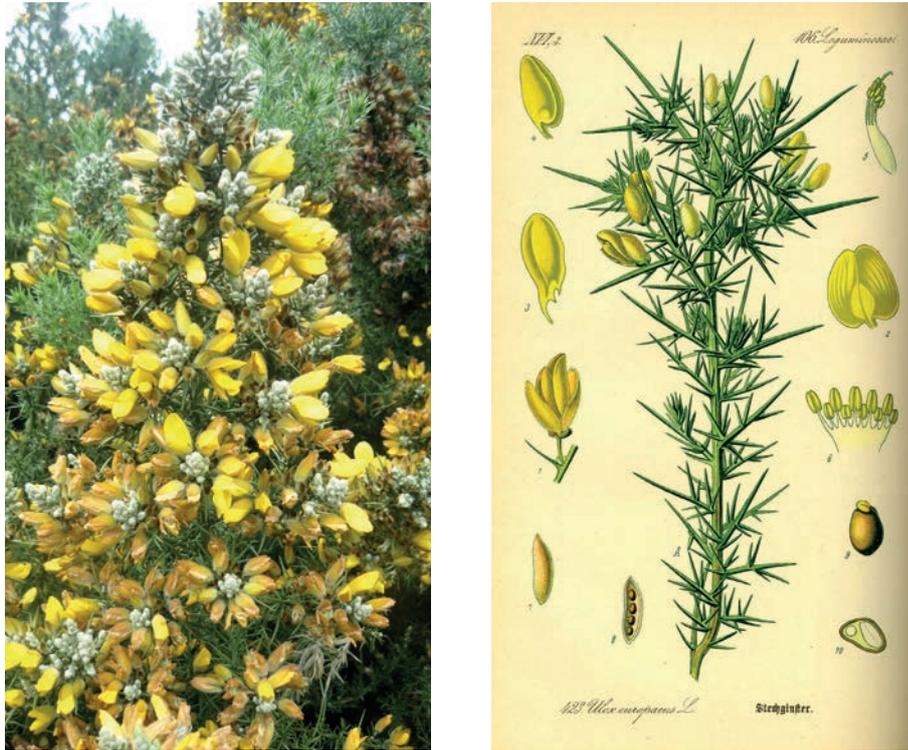
Género *Ulex*

Especie *Ulex europaeus* L. = *Genista europaea* (L.) E.H.L.Krause

Nombre común: retamo espinoso (International Union for Conservation of Nature - Invasive Species Specialist Group [IUCN-SSC], 2023)

### **Descripción morfológica**

El retamo espinoso —también conocido como espinillo o tojo— es un arbusto leñoso que llega a alcanzar un tamaño de 0,6 a 4 m de altura. Los tallos densos forman un ángulo terminal con espinas de una longitud de 1 a 3 cm, la cual posee una larga espina primaria que tiene espinas (secundarias y terciarias); las hojas son reemplazadas por aguijones finos que miden de 0,5 a 1,5 cm de longitud; sus flores son solitarias, de color amarillo vistoso con pétalos prácticamente cerrados por bractéolas amplias, de 2 a 4 mm. Los frutos son vainas dehiscentes que poseen pelos oscuros, debido a la persistencia del cáliz oblongo de color café, las cuales sostienen de 1 a 7 semillas lisas (Acuña, 2011).



**Figura 5 a. y 5 b.** a. Flores y vainas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) y b. Ilustración botánica del Real Jardín Botánico. *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 1885, Gera, Germany. Autor. Dr. Otto Wilhelm Thomé. Fuente: elaboración propia.

### *Distribución mundial*

El retamo espinoso se encuentra ubicado en la península ibérica, más exactamente en Portugal, país de origen de este género. *Ulex europeus* ha sido introducido a áreas costeras subtropicales en todo el mundo, en países como Austria, Noruega, Suecia, República Checa, Dinamarca y Bélgica. Esta especie ha ido desplazando su área de distribución hacia el Mar mediterráneo, donde es cultivada como cerca viva. En América del norte se encuentra en la costa este hasta Virginia y de la costa oeste hasta Canadá. El retamo espinoso se ha extendido a más de 15 países e islas en todo el mundo, con climas similares a su nativa Europa Mediterránea, incluyendo Australia y Nueva Zelanda, donde se ha neutralizado por más de 100 años (Clements et ál., 2001).

### *Distribución en Colombia*

El retamo espinoso ha sido introducido varias veces a Colombia como cerca viva, comportándose como invasora en los departamentos de Cundinamarca y Antioquia (Amaya-Villarreal y Rengifo, 2010). En el altiplano de la cordillera Oriental, en Cundinamarca y Boyacá, se han evidenciado zonas con infestaciones severas de la especie, especialmente en bordes de bosque, potreros, zonas perturbadas y zonas rurales, mientras que el interior de bosque superficialmente es menos susceptible a

la invasión, excepto en claros naturales. Esta especie invasora está ampliamente distribuida ciudades como Bogotá y sus alrededores. Una de las zonas más afectadas se ubica al suroriente del Distrito Capital, como sucede en los predios de la vereda el Hato, en los que, de los 80 predios existentes, en 72 de ellos se realizan actividades agropecuarias, principalmente, y en los restantes, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) cuenta con 8 predios —destinados desde 1948 para fines de conservación— ubicados en los alrededores del embalse de Chisacá; sin embargo, de las 718 ha con las que cuenta actualmente la vereda el Hato, 34,8 ha están ocupadas por parches de retamo espinoso, ubicados, primordialmente, en los predios de la EAAB.

Según León y Vargas (2011), el retamo espinoso puede crecer en suelos que oscilan entre los 4,5 de pH y 5,0 de pH, con bajos contenidos de materia orgánica y baja disponibilidad de nutrientes, es por esto por lo que esta especie puede crecer de manera abundante a la orilla de la carretera, donde se ha ido propagando (Figuras 6 y 7). Para las comunidades de los tres municipios donde se hizo el estudio, la presencia de retamo espinoso representa un problema, porque los obliga a realizar enormes esfuerzos económicos y humanos para realizar las acciones de control que impidan el avance de la invasión; empero, estas actividades no han dado resultados óptimos, pues no se ha podido eliminar al retamo espinoso por completo. Esta es-

**Figura 6.** Parche de retamo espinoso (*U. europeaus L.*) a la orilla de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 7.** Parche de retamo espinoso (*U. europeus* L.) a la orilla de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.

pecie vegetal continúa expandiéndose por la región y en otras localidades cercanas, aunque es en los predios de la EAAB donde se localizan los focos principales de la invasión. Según León y Vargas (2011), las estrategias de control propuestas por entidades e investigadores para esta especie se enfocan hacia el agotamiento del banco de semillas y de plántulas, así como de rebrotes, mediante controles culturales y restablecimiento de las coberturas vegetales nativas de la región.

### *Impactos*

El retamo espinoso es una especie arbustiva nativa del continente europeo, que se puede propagar tanto asexualmente como a través de semillas dehiscentes. Esta planta fue traída a Colombia con el fin de ser utilizada como cerca viva, debido a sus abundantes espinas, pero debido a su rápida propagación y gran capacidad de adaptarse y competir de manera agresiva con las especies nativas es considerada como una especie altamente invasora (Herrera et ál., 2016; Diazgranados, 2015).

En el marco de los proyectos de investigación “Estudios de la biología, fisiología, ecología y estrategias de control de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en la región del Sumapaz” y “Diseño de estrategias para el control de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca” se hicieron visitas exploratorias las que se evidenció el desplazamiento de especies vegetales por el retamo espinoso.

En las Figuras 8 y 9 se muestran fotografías tomadas en los años 2017 y 2021 que muestran el avance de retamo espinoso y cómo ha logrado invadir terrenos donde previamente habitaban otras especies vegetales.



Figura 8. Fotografía tomada en el año 2017, en la vereda Romeral de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

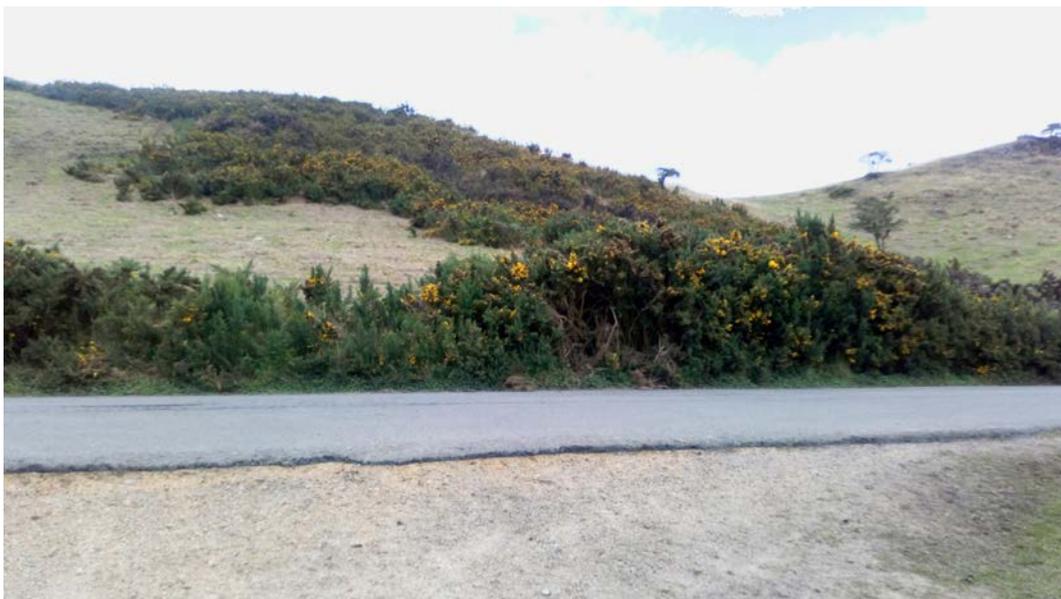


Figura 9. Fotografía tomada en el año 2021, en la vereda Romeral de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

También se logró observar el crecimiento y propagación de retamo espinoso junto a especies vegetales nativas de la zona (Figuras 10 y 11), si no se logra controlar al retamo espinoso, se corre el riesgo de que se convierta en la especie dominante que cambie la organización de ecosistemas y de los nichos ecológicos.



**Figura 10.** Retamo espinoso creciendo junto a un arbusto de sauco (*Sambucus* sp.) y otras especies propias del ecosistema

Fuente: elaboración propia.



**Figura 11.** Retamo espinoso creciendo junto a plantas de mortiño (*Vaccinium* sp.) y otras especies propias del ecosistema

Fuente: elaboración propia.

Según Osorno (2014), el desplazamiento de las especies nativas, la contaminación genética, la hibridación y los cambios en la interacción entre las especies de la comunidad, son algunos de los problemas que puede generar la llegada de especies invasoras a un ecosistema, lo que conlleva a la disminución o pérdida de la biodiversidad y a los cambios en la estructura del entorno. Castillo-Rodríguez (2008), menciona que el retamo espinoso tiene un elevado potencial de colonización y, además, puede crecer en zonas degradadas donde otras plantas no pueden hacerlo.

El retamo espinoso se ha convertido en una amenaza para los cultivos aledaños a las zonas donde se encuentran parches de esta planta (Figura 12 y 13).



**Figura 12.** Parche de retamo junto a cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en la vereda Romeral del municipio de Sibaté, Cundinamarca

Fuente: elaboración propia.



**Figura 13.** Parche de retamo junto a cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en la vereda Usabá del municipio de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

Como ya se mencionó anteriormente, el retamo espinoso es una especie pirófila, es decir, que las resinas que produce son altamente combustibles, lo que aumenta el riesgo de incendios (Diazgranados, 2015). Es por esta característica que, aunque algunos habitantes de Sibaté, Soacha y Pasca han intentado erradicarla mediante quemadas, no han podido obtener los resultados esperados, por el contrario, según ellos, esta práctica parece haber contribuido a su propagación, ya que hay renovación de plantas de esta especie (Figuras 14, 15 y 16).



**Figura 14.** Detalle de una planta de retamo espinoso quemada  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 15.** Retamo espinoso ubicado a la orilla de la carretera. Fue quemado por los habitantes de la zona en un intento por frenar su propagación  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 16.** Retamo espinoso encontrado en los límites de una finca. Fue quemado y cortado por los habitantes de la zona en un intento por frenar su propagación  
Fuente: elaboración propia.

## Consideraciones finales

Se hace necesario seguir investigando al retamo espinoso en las condiciones de Colombia, conocer los factores bióticos y abióticos que puedan contribuir a su control, ya que, al ser una especie altamente invasora, con una gran capacidad de dispersión, se pueden generar cambios importantes en las zonas afectadas como en las áreas productivas o en los páramos.



**Figura 17.** Planta de retamo espinoso (*U. europeaus* L.) con abundantes vainas y semillas, que contribuyen a su rápida propagación.  
Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Acuña, C. A. (2011). *Recopilación de información sobre especies vegetales invasoras*. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.
- Amaya-Villarreal, Á. M. y Rengifo, L. M. (2010). Efecto de retamo espinoso (*Ulex europeaus*) sobre las aves de borde en un bosque altoandino: Effects of Gorse (*Ulex europeaus*) on the birds of a high Andean forest edge. *Ornitología Colombiana*, (10), 11-25.
- Burbano-Girón, J., Molina Berbeo, M. A., Gutiérrez Montoya, C y Ochoa-Quintero, J. M. (2020). Estado de conservación de los páramos en Colombia. En L. A. Moreno, G. I. Andrade, G. Didier y O. L. Hernández-Manrique (Eds.), *Biodiversidad 2020. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia* (pp. 13-16). Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Castillo-Reyes, L., Rolón Quintero, B., Conde Pulgarín, A., Bernal, L. y Vergara, W. (2019). Páramo de Sumapaz: una apuesta a la sostenibilidad desde las organizaciones campesinas. *Ámbito Investigativo*, 4(1), 29-36.

- Castillo-Rodríguez, C. J. (2008). *Modelamiento de la Distribución de los Nichos Adecuados para la Invasión Biológica de retamo Espinoso (Ulex europeus) en la Cuenca Alta del Río Bogotá, Vulnerabilidad y Escenarios Futuros* [Tesis de doctorado]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Clements, D. R., Peterson, D. J., & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. *Ulex europeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325-337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Diazgranados, M. (2015). *Una mirada biológica a los páramos circundantes a la Sabana de Bogotá. Los Páramos Circundantes a La Sabana de Bogotá*. (2<sup>da</sup> ed.). Ernesto Guhl Nimtz, Jardín Botánico de Bogotá.
- Gutiérrez Bonilla, F. D. P. (2006). *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.
- Herrera, I., Goncalves, E., Pauchard, A. y Bustamante, R. O. (2016). *Manual de plantas invasoras de Sudamérica. IEB Instituto de Ecología y Biodiversidad de Chile*.
- International Union for Conservation of Nature - Invasive Species Specialist Group (IUCN - SSC). (27 de julio de 2023). Global Invasive Species Database. *Ulex europeus* (tree, shrub). <https://www.gbif.org/es/species/174824057>
- Leart, H. (2006). *Semillas y bancos de semillas en la Unión Europea*. Unesco.
- León, O. y Vargas, O. (2011). Estrategias para el control, manejo y restauración de áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex europeus*) en la Vereda El Hato, Localidad de Usme, Bogotá D. C. En O. Vargas, S. Reyes (Eds.), *La Restauración Ecológica en práctica: Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de experiencias en Restauración Ecológica* (474-490). Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (9 de agosto de 2023). *El complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz*. <https://sumapaz.minambiente.gov.co/index.php/material-pedagogico/>
- Ocampo-Zuleta, K. y Solorza-Bejarano, J. (2017). Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europeus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 89-98. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18s01a05>
- Osorno, V. (2014). Revisión sobre los impactos generados por la competencia ente plantas nativas e introducidas como base para el control de *Ulex europeus* en la Ciudad de Bogotá DC. *Revista de Tecnología (Archivo)*, 13(1), 108-113. <https://doi.org/10.18270/rt.v13i1.1305>
- Rodríguez, M. O. (2003). El páramo de Sumapaz un ecosistema estratégico para Bogotá. Sociedad Geográfica De Colombia. *Academia de Ciencias Geográficas*, 15(4) 1-17.
- Vargas, O. (Ed). (2006). *En busca del bosque perdido: una experiencia de restauración ecológica en predios del embalse de Chisacá Localidad de Usme, Bogotá, DC*. Universidad Nacional de Colombia.





Paisaje rural del municipio de Soacha, vereda Alto de la Cabra.

## Determinación del banco de semillas de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca

**JULIANA ANDREA MARTÍNEZ CHIGUACHI<sup>1</sup>**

**ALBA GISELA FAJARDO ORTIZ<sup>2</sup>**

**LINA XIMENA GALINDO CASTILLO<sup>3</sup>**

**IVÁN CAMILO PERILLA DOMÍNGUEZ<sup>4</sup>**

---

1 <https://orcid.org/0000-0002-5765-0763> - juliandreamartinez@hotmail.com - Investigadora Ph. D. externa.

2 <https://orcid.org/0000-0002-8193-7780> - agfajardo@ucundinamarca.edu.co - Docente Universidad de Cundinamarca.

3 <https://orcid.org/0009-0004-8446-2663> - lxgalindo@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

4 <https://orcid.org/0009-0004-7312-3084> - icperilla@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

■ *Ulex europeaus* —conocido como tojo o retamo espinoso— es un arbusto leñoso de la familia *Fabaceae*, originaria de Europa y el Norte de África (Clements et ál., 2001); presenta espinas en las ramas; forma flores vistosa de color amarillo (generalmente en la parte final de las ramas); el fruto es una vaina vellosa, entre 15 a 18 mm de largo, que contiene entre 1 y 7 semillas con coloraciones de verde oliva a pardo (Beltrán, 2017). En condiciones favorables, estas plantas pueden vivir hasta 30 años y alcanzar una altura hasta 7 m (Díaz, 2009). Posee una alta producción de flores, frutos y semillas, además, presenta un sistema radicular bien desarrollado y la capacidad de producir rebrotes después los cortes (Figarola, 2018). Su reproducción es asexual y sexual, sin embargo, llama la atención el alto porcentaje de germinación que tienen las semillas y la capacidad de germinar a diferentes temperaturas (Udo et ál., 2017; Roberts y Florentine, 2021). Las semillas también poseen varios mecanismos de dispersión, pero en particular, se da mediante la explosión de las vainas maduras que pueden alcanzar hasta 6 m de distancia de la planta madre (Beltrán, 2017), las cuales caen al suelo y pueden permanecer viables allí hasta por más de 30 años, gracias a la dormancia física que presentan las semillas, causada por la impermeabilidad de la cubierta (Clements, 2001; Roberts y Florentine, 2021). Esta planta está catalogada dentro de las 100 especies exóticas perjudiciales a nivel mundial (Morales et ál., 2013).

El retamo espinoso fue introducido en diferentes países de Europa, Norte América y Sur América y en este último continente, la planta se encuentra registrada en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia y Ecuador (Clements et ál., 2001; Atlan y Udo et ál. 2017; Altamirano et ál. 2016; Roberts y Florentine, 2021) y, recientemente, la presencia de *Ulex europeaus* se registró en México (Mosso et ál., 2022).

En Colombia, el retamo espinoso se introdujo para ser usada como cerca viva, pero por falta de políticas y regulación, se comenzó a usar como control de la erosión, e incluso, se comercializaron semillas y plántulas en viveros (León y Vargas, 2009), debido a el color vistoso de la flor, el rápido crecimiento de la planta y la fácil adaptación a condiciones edafoclimáticas (Sanguino, 2018). Es por lo anterior que su presencia se evidencia en ecosistemas de bosque andino, altoandino, páramos y relacionados con algún grado de degradación ambiental (Barrera, 2019). Según Ríos (2005), se reporta una invasión en 3000 ha de retamo espinoso en Bogotá, donde la zona suroriental es la más afectada, en rangos altitudinales que van desde los 1800 m s. n. m., hasta los 3600 m s. n. m. Esta especie invasora se caracteriza por la agresividad de desplazar de otras plantas, de afectar la movilización de la fauna (Ministerio de Ambiente y Desarrollo de Colombia, 2011), así como de acidificar los suelos por la acumulación de hojas y la remoción de calcio (Clements et ál., 2001). Además, altera los ecosistemas naturales, los servicios ecológicos, la circulación de nutrientes y agua, sumado a que favorece los incendios

forestales y causa pérdidas económicas al invadir zonas de producción agrícola (León y Vargas, 2009).

Los bancos de semillas son depósitos o reservorio de semillas con potencial germinable, capacidad de adaptación y establecimiento, para formar poblaciones con “memoria” en condiciones adversas y en espacios con disturbios ecosistémicos (Baker, 1989; Cano 2012). Además, son fuentes de propágulos, diversidad genética y muestras de fallas en la germinación a lo largo del tiempo (Gioria et ál., 2019). Los métodos usados para evaluar el banco de semillas son directos e indirectos y permiten calcular el número de semillas. En el método directo o de separación física se aplican dos lavados distintos (uno con agua y con hexametáfosfato de sodio); el método indirecto —o de emergencia de plántulas— consiste en la determinación del número de plántulas emergidas de acuerdo con el número de individuos en el banco de semillas (Piudo y Cavero, 2005).

Mediante el estudio de los bancos de semillas se puede revelar la supervivencia de las especies vegetales en el tiempo, su contribución a los cambios estructurales, la dinámica poblacional y la genética de las comunidades (Hyatt y Casper, 2000). Conocer estos datos permite saber la composición y densidad de especies invasoras y plantear medidas de manejo que lleven a la restauración del hábitat (Cox y Allen 2008).

En el caso de bancos de semillas de *U. europaeus* —que pueden persistir en el suelo por muchos años—, la profundidad a la que se encuentran las semillas puede variar de acuerdo con las condiciones de los lugares (Hill et ál., 2001), en los que se han encontrado densidades entre 2500 y 16.000 semillas por metro cuadrado —de ahora en adelante semillas.m-2—, a profundidades de hasta 20 cm, donde los primeros 2 cm son los más ricos en cantidad de semillas (Moore et ál., 2006). En Colombia hay evaluaciones en ecosistemas altoandinos en los que se encontró la mayor densidad de semillas en los 3100 m s. n. m., con un promedio de 3384 semillas.m-2, principalmente, en los 5 cm de profundidad (Ocampo y Solorza, 2017). En la investigación para el banco de semillas realizada en el municipio de Sibaté, Cundinamarca, por Fajardo et ál. (2022), se reportó la mayor cantidad: entre 950 semillas.m-2 en el horizonte de 10 a 20 cm. Una de las condiciones que estimula la germinación de las semillas de retamo espinoso son los incendios (Clements et ál., 2001), esta condición fue posible observarla después de un incendio que ocurrió en uno de los matorrales de *U. europaeus*, en el municipio de Sibaté, (Figuras 18, 19 y 20).

Esta planta invasora se puede encontrar en diferentes zonas del páramo que comparten los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca, entre ellos se encuentran áreas de cultivo, bordes de carretera, cuerpos de agua y potreros, como se muestra en el capítulo I.



**Figura 18.** Exposición de semillas después de un incendio en matorral de retamo espinoso  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 19.** Desarrollo radicular de plántulas de retamo espinoso después de presentarse un incendio  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 20.** Rebrote de plántulas de retamo espinoso después de un incendio  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 21.** Retamo espinoso asociado a cultivo de papa en el municipio de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

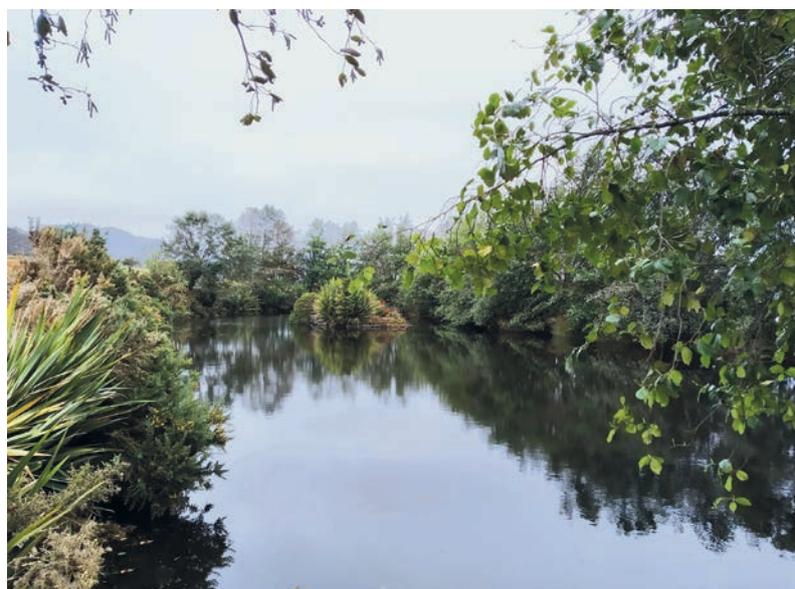


**Figura 22.** *Ulex europaeus* establecido en bordes de carretera en el municipio de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 23.** Retamo espinoso como cerca viva en el municipio de Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

**Figura 24.** En el borde izquierdo se aprecia al retamo espinoso ubicado en "La Laguna", en Soacha, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



## Determinación del banco de semillas de retamo espinoso

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en dos fases: en la primera se tomaron muestras de suelos en el departamento de Cundinamarca, en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca y, la segunda fase, se realizó en el municipio de Fusagasugá.

El municipio de Sibaté se encuentra ubicado a  $4^{\circ}26.3200'N$   $74^{\circ}14.0640'O$ , a una altura entre los 2574 y 3300 m s. n. m., con una temperatura promedio entre  $6^{\circ}C$  y  $18^{\circ}C$  y cuenta con una precipitación anual de 964 mm y 70 % Humedad Relativa (HR); el municipio de Soacha está situado a  $4^{\circ}26.3180'N$   $74^{\circ}13.8940'O$ , entre los 2400 y 3900 m s. n. m., la temperatura promedio es de  $11,5^{\circ}C$ , con una temperatura máxima de  $23^{\circ}C$  y una mínima de  $8^{\circ}C$ , la precipitación promedio anual es de 698 mm; el municipio de Pasca se encuentra a  $4^{\circ}26.3210'N$   $74^{\circ}14.0630'O$ , cuenta con temperatura promedio de  $15,4^{\circ}C$ , la altitud es de 2180 m s. n. m. y la precipitación anual es de 989 mm; y el municipio de Fusagasugá está ubicado a una altitud de 1725 m s. n. m., con una temperatura que oscila entre los  $18^{\circ}C$  y los  $23^{\circ}C$ , con una humedad relativa promedio de 85 %, donde se llevaron las muestras de suelos colectadas en cada municipio y se realizaron los conteos por el método directo e indirecto.

### Cantidad de plántulas de retamo espinoso germinadas (método indirecto) a partir de muestras de suelo colectadas a diferentes profundidades

En cada uno de los municipios muestreados se seleccionaron tres puntos con parches de retamo espinoso, los cuales se escogieron considerando el ecosistema asociado, como cultivos, cuerpos de agua y bordes de carretera. Para la colecta de los suelos se siguió la metodología de Ocampo y Solorza (2017), modificando las distancias tomadas desde la base del tallo, es decir, entre 0 m, 3 m y 6 m (Figura 25) y las profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm y de 10 a 20 cm (Figura 26) en cada una de las distancias. El suelo se extrajo de un área de 20 x 20 cm.

Posteriormente, las muestras extraídas de cada parche se llevaron al municipio de Fusagasugá, donde el suelo colectado se distribuyó en bandejas de aluminio de 11 x 16 cm y fueron marcadas con su respectiva ubicación y profundidad. Se mantuvieron en un umbráculo con riego diario, por un periodo de tres meses para contabilizar las plántulas germinadas en cada una de las bandejas, clasificándolas en liliopsidas, magnoliopsidas y plántulas de retamo espinoso, estas últimas caracterizadas por ser trifoliadas, con una superficie cerosa (Aguilar, 2010).



**Figura 25.** Distancia de toma de muestras de suelo en cada relicto evaluado  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 26.** Izquierda: área de colecta de la muestra de suelo. Derecha: distribución del suelo de acuerdo con la profundidad colectada con tres repeticiones  
Fuente: elaboración propia.

## Cantidad y distribución de semillas de retamo espinoso a diferentes profundidades en el perfil del suelo (método directo)

Con las mismas muestras de suelos donde se contabilizaron las plántulas germinadas, se procedió a realizar la extracción de material vegetal desarrollado en la parte superior de cada una de las bandejas, posteriormente, se realizó el tamizaje de cada muestra con un tamiz de malla 1 x 1 mm, que permitiera el conteo de las semillas de retamo espinoso, caracterizadas por tener un tamaño entre 2 y 3 mm, de forma arriñonada u ovalada, brillante y de color marrón (Aguilar, 2010). Una vez separadas e identificadas las semillas, se dispusieron en bolsas de papel para evitar su dispersión (Figura 27).



Figura 27 a.; 27 b. y 27 c. a. Retiro de material vegetal de muestras recolectadas. b. Tamizaje de las semillas de *U. europeaus L.* en mallas de 1 x 1 mm. c. Tamaño de las semillas de *U. europeaus L.*  
Fuente: elaboración propia.

## Análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques al azar en el que cada municipio representó un bloque (Sibaté, Soacha y Pasca), en los que la respuesta variable fue la cantidad de semillas germinadas y no germinadas en cada uno de los municipios muestreados. Los factores evaluados fueron: a) la distancia del parche (0-3-6 metros); b) la profundidad en el perfil del suelo (0-5, 5-10 y 10-20 cm); y c) la interacción de ambos factores. Por último, se realizó la suma de los resultados obtenidos por método directo e indirecto, para determinar el banco total de semillas. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA, por sus sigloides en inglés, “ANalysis Of VAriance”) y las medias comparadas a prueba de Duncan, a un nivel de 0,05. El análisis estadístico se realizó con el programa InfoStat.

### Número de plántulas de retamo espinoso germinadas (método indirecto), a partir de muestras de suelo colectadas a diferentes profundidades

El banco de semillas germinadas no mostró diferencias significativas entre los tres municipios —donde F equivale a “prueba estadística”; gl a los “grados de libertad de la prueba” y p a la “probabilidad”—: (F=2,85, gl=2, p=0,087); sin embargo, en Sibaté el valor total fue de 75 semillas.m-2, seguido de Soacha, con 33 semillas.m-2 y en Pasca no se presentaron semillas germinadas. No se evidenció diferencias significativas en cuanto a las profundidades (F=1,83, gl=2, p= 0,11), pero entre los 0 y los 10 cm de profundidad se encontró una mayor cantidad de semillas germinadas en el municipio de Sibaté, con 66,67 semillas.m-2 y en el municipio de Soacha, con 33,33 semillas.m-2 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Semillas germinadas en profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm y 10-20 cm, en relación con los municipios Pasca, Sibaté y Soacha

Municipio	Profundidad / Número de semillas		
	0-5	5-10	10-20
Pasca	0 a	0 a	0 a
Sibaté	36 a	30,67 a	8,33 a
Soacha	8,33 a	25 a	0 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas. p=0,05 test de Duncan  
Fuente: elaboración propia.

La distancia del parche (0, 3 y 6 metros) por municipio presentó diferencias significativas, solo en Sibaté (F=7,43, gl=2, P= 0,04) en la base del tallo, se concentró la principal cantidad de plántulas germinadas, con 69,33 semillas.m-2, seguido de la distancia de 3 m con 5,6 semillas.m-2; a los 6 m no hubo germinación de semillas. En el municipio de Soacha no se presentó diferencia significativa entre las

distancias ( $F=2,29$ ,  $gl=2$ ,  $P=0,21$ ), pero se pudo observar una germinación de 33,3 semillas.m<sup>-2</sup> dentro del parche (Tabla 2).

**Tabla 2.** Semillas germinadas en distancia de 0,3,6 m en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha

Municipio	Distancia metros / Número de semillas		
	0	3	6
Pasca	0 a	0 a	0 a
Sibaté	69,33 b	5,67 a	0 a
Soacha	33,33 a	0 a	0 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p=0,05$  test de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

### Cantidad y distribución de semillas de retamo espinoso a diferentes profundidades en el perfil del suelo (método directo)

El método de conteo directo no presentó diferencia significativa con relación a los municipios evaluados ( $F=1,83$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,19$ ); sin embargo, el municipio de Soacha presentó un total de 280 semillas.m<sup>-2</sup>, seguido de Sibaté con 127 semillas.m<sup>-2</sup> y Pasca, con 92 semillas.m<sup>-2</sup>. En la evaluación de las profundidades no se presentaron diferencias significativas ( $F=2,5$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,11$ ), pero se evidenció la mayor proporción de semillas sin germinar, hasta los 10 cm de profundidad. Llama la atención que los municipios de Soacha y Pasca presentan una concentración de semillas mayor en la profundidad de 10 a 20 cm, a diferencia de la profundidad de 5 a 10 cm, porque los reportes indican que alrededor del 60 % de las semillas totales de malezas, dentro del banco de semillas, se encuentran de manera más superficial (entre 0 y 5 cm), en comparación con el número de semillas que se encuentran a mayor profundidad del suelo, que disminuye de manera logarítmica. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Semillas no germinadas en las profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm y 10 a 20 cm, en los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha

Municipios	Profundidad cm / Número de semillas		
	0-5	5-10	10-20
Pasca	50 a	16,67 a	25 a
Sibaté	47,33 a	41,67 a	38,67 a
Soacha	200 a	13,67 a	66,67 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p=0,05$  test de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

Entre las distancias de 0, 3 y 6 metros en cada municipio, se presentaron diferencias significativas: para Pasca ( $F=11,3$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,02$ ) se reportó una mayor cantidad

de semillas a los 0 metros, seguido de la distancia de 3 m y a los 6 m no se encontraron semillas. El municipio de Sibaté presentó una tendencia similar ( $F=8,63$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,03$ ), donde las semillas se acumularon a los 0 metros. En el municipio de Soacha no se presentaron diferencias significativas ( $F=3,67$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,12$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Semillas no germinadas en distancias de 0, 3, 6 m, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha

Municipios	Distancia metros / Número de semillas		
	0	3	6
Pasca	69,33 a	22,33 b	0 b
Sibaté	94,33 a	30,67 b	2,67 b
Soacha	222,33 a	19,33 a	38,67 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p=0,05$  test de Duncan. Fuente: elaboración propia.

## Banco total de semillas de retamo espinoso por los métodos directo e indirecto

Al sumar la cantidad de semillas por ambos métodos, se obtuvo el total del banco de semillas de 1825, de las cuales, germinaron 325 semillas (18 %) y 1500 semillas no germinaron (82 %).

La respuesta para el número de individuos dentro del banco de semillas en las profundidades evaluadas no mostró diferencias significativas ( $F=2,56$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,1$ ), sin embargo, el mayor número de semillas se encontraron en los primeros 5 cm de profundidad, donde Soacha obtuvo un total de 208 semillas.m<sup>-2</sup>, seguido de Sibaté, con un total de 83 semillas.m<sup>-2</sup> y finalmente, en Pasca, con un total de 50 semillas.m<sup>-2</sup>. A medida que la profundidad aumenta, el número de semillas disminuye, sin embargo, en Soacha, el número de semillas es alto (Tabla 5), lo cual es preocupante, ya que representa un banco de semillas relevante para una especie invasora.

**Tabla 5.** Número de semillas encontradas en profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm y 10 a 20 cm, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha

Municipios	Profundidad / Número de semillas		
	0-5	5-10	10-20
Pasca	50 a	16,67 a	25 a
Sibaté	83,33 a	72 a	47 a
Soacha	208,33 a	38,67 a	66,67 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p=0,05$  test de Duncan. Fuente: elaboración propia.

En el banco de semillas total se encontraron diferencias significativas: en Pasca se encontró un resultado más elevado dentro del relicto ( $F=11,3$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,02$ ), con 69 semillas.m-2, seguido de las que se hallaron a 3 m del relicto, con 22 semillas.m-2 y, a los 6 m no se encontraron semillas. En Sibaté los resultados fueron significativamente diferentes ( $F= 74,34$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,0007$ ), con 163 semillas.m-2 dentro del relicto, 36 semillas.m-2 a 3 m y, 2 a 6 m del relicto. En el caso de Soacha, aunque se mantuvo la tendencia, no se registraron diferencias significativas ( $F= 6,66$ ,  $gl=2$ ,  $p=0,053$ ), la mayor riqueza del banco de semillas se concentró dentro del relicto, con 255 semillas.m-2, seguido de 38 semillas.m-2 encontradas a los 6 m y 19 semillas.m-2 encontradas a 3 m del relicto (Tabla 6). Esta información puede indicar la edad de los relictos respecto a la distribución de las semillas en el suelo. En el caso de Pasca, se apreciaron plantas de retamo espinoso en menor presencia y abundancia, en comparación con los relictos de Sibaté y Soacha.

**Tabla 6.** Total de semillas encontradas a distancias de 0,3,6 m, en relación con los municipios de Pasca, Sibaté, Soacha

Municipios	Distancia / Número de semillas		
	0	3	6
Pasca	69,33 a	22,33 b	0 b
Sibaté	163, 67a	36 b	2,67 b
Soacha	255,67 a	19,33 a	38,67 a

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p= 0,05$  test de Duncan.  
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se realizó la interacción de los dos factores para determinar las circunstancias en las que el banco de semillas presenta mayor abundancia; se evidenció que no hay diferencia significativa entre las interacciones: la interacción de 0-5 cm de profundidad y dentro del relicto en el municipio de Soacha ( $F=1,01$ ,  $gl=4$ ,  $p=0,4304$ ), con un total de 467 semillas.m-2, fue el que presentó mayor banco de semillas (Tabla 7), seguida de la interacción de 5 a 10 cm dentro del relicto en el municipio de Sibaté ( $F=0,15$   $gl=4$   $p=0,9602$ ), con un total de 183 semillas.m-2 y, finalmente, en la interacción de 0-5 cm dentro del relicto del municipio de Pasca ( $F=0,75$ ,  $gl=4$ ,  $p= 0,5728$ ), con 108 semillas m-2.

**Tabla 7.** Interacción entre los factores de distancia y profundidad para el banco de semillas total de *U. europaeus* L., en los municipios de Pasca, Sibaté y Soacha

Interacción	Municipios / Número de semillas		
	Pasca	Sibaté	Soacha
0 (m) 0-5 (cm)	108 a	175 ab	467 a
0 (m) 5-10 (cm)	50 ab	183 a	100 b
0 (m) 10-20 (cm)	50 ab	133 abc	200 b
3 (m) 0-5 (cm)	42 ab	67 abc	50 b
3 (m) 5-10 (cm)	0 b	33 bc	8 b
3 (m) 10-20 (cm)	25 b	8 c	0 b
6 (m) 0-5 (cm)	0 b	8 c	108 b
6 (m) 5-10 (cm)	0 b	0 c	8 b
6 (m) 10-20 (cm)	0 b	0 c	0 b

Nota. Las medias seguidas de diferente letra representan diferencias significativas.  $p=0,05$  test de Duncan.

Fuente: elaboración propia.

En la evaluación se logró determinar tres aspectos de relevancia que se encuentran directamente relacionadas con el número de plántulas germinadas: distancia, profundidad e interacción entre ellas. Dentro de los resultados se resalta que el valor máximo de semillas germinadas se dio dentro del parche, León et ál. (2016), lo relacionan con el tipo de dispersión que puede clasificarse como “autocoria” por su cercanía a la planta madre; aunque el factor de profundidad no presentó diferencias significativas, es necesario señalar que el promedio de semillas germinadas fue superior, entre los 0 y 10 cm de profundidad. Moscoso y Diez (2005), señalan que a esta profundidad las semillas pueden mantenerse latentes y viables por la protección que brinda el material vegetal en la superficie del suelo; por otra parte, Cárdenas et ál., (2002), sugieren que la temperatura del suelo varía de acuerdo con la profundidad, por lo que existe variabilidad en los procesos de germinación, pues se ha comprobado que las semillas tienen un mayor porcentaje de germinación en temperaturas más elevadas.

Respecto a la ubicación, las muestras correspondientes a los municipios de Sibaté y Soacha presentaron resultados más altos, en comparación con el municipio de Pasca, lo que Clements et ál. (2001), relacionan con la edad del relicto, esto es relevante en el sentido de que, el continuo proceso de formación de nuevas plantas estimula la producción de semillas y su respectiva sucesión vegetal, aumentando su banco de semillas.

El banco de semillas no germinadas presentó mayor concentración de semillas dentro del parche, al respecto, Ocampo y Solorza (2017), mencionan que los valores de densidad de las semillas en los bordes de los matorrales de *U. europeaus L.*, tienen potencial de avance, establecimiento y propagación. Por otra parte, a 3 y 6 metros se mantuvieron los valores inferiores que se puede relacionar a lo mencionado por Cole (2009), quien indica que, aunque la planta posea una alta capacidad para esparcir sus semillas horizontalmente, por su dispersión balística, existen agentes externos como el agua y el viento que pueden removerlas, además de esto, al estar en la superficie se encuentran susceptibles al ataque de depredadores o daños mecánicos (Muñoz, 2009).

En el factor profundidad se evidenció una tendencia a la disminución de la cantidad de semillas conforme es más profundo el suelo, de lo Pérez y Santiago (2001), mencionan que el banco de semillas varía en función a la profundidad, pero esto se ve afectado por agentes externos como la escorrentía, el viento y la misma topografía del terreno como cavidades o depresiones.

En cuanto al porcentaje de germinación del banco de semillas total, Cárdenas et ál. (2011), mencionan que dentro de las características para clasificar una especie vegetal, como invasora, se encuentran su capacidad de producir grandes cantidades de semillas y su alto porcentaje de dormancia, que asegura su permanencia a largo plazo en el suelo, lo que permitiría realizar predicciones sobre el avance de esta planta en nuevas zonas, sin embargo, es necesario realizar más estudios sobre los bancos de semillas de especies invasoras como el retamo espinoso, pues se ha determinado su alto potencial de permanencia en el suelo y está relacionado con los porcentajes de germinación de las semillas en el tiempo.

En relación al banco total de semillas, el factor distancia fue el único que presentó diferencias significativas; estos resultados fueron inferiores a los registrados por Hill et ál. (2000), con 34.000 semillas.m<sup>-2</sup> y Ocampo y Solorza (2017), con 1892 semillas.m<sup>-2</sup>, lo que puede estar relacionado, principalmente, con la edad del relicto que, según lo reportado por Lee et ál. (1989), es desde los 10 a 20 años de establecimiento que se presenta un crecimiento constante de las estructuras vegetales de *U. europeaus L.* y se da el mayor potencial de invasión.

Para el banco de semillas total, el factor profundidad no presentó diferencias significativas; sin embargo, hubo una mayor riqueza en los primeros 10 cm, esto lo relacionan Godoy et ál. (1995), con la existencia de una mayor concentración de semillas en menores profundidades donde han existido procesos de labranza, ya que el suelo es constantemente mezclado y llevado de las capas más profundas hacia el exterior.

Al realizar una comparación entre el banco total de semillas de los municipios, los resultados obtenidos permitieron observar que existe una mayor cantidad de semillas en el reservorio del suelo en Soacha —en comparación con el suelo de

Pasca— el cual posee el relicto más antiguo, es un área más biodiversa (lo que facilita la dispersión y la formación de los bancos de semillas), además de que presenta mayor intervención del ser humano, como quemas, erradicación manual y por compuestos químicos. Según Baskin (2000), una de las mayores características de las especies invasoras es que tienen la capacidad de generar bancos de semillas y germinar en lugares que han sido previamente perturbados, en los que, posteriormente, existirá disponibilidad de recursos para su desarrollo. El caso contrario se presenta en Pasca, donde se evidencia un relicto mucho más joven y la intervención del hombre ha sido casi nula.

La interacción de 0 a 5 cm de profundidad y dentro del relicto fue la que presentó el mayor banco de semillas en los tres municipios donde se llevó a cabo la investigación, sin embargo, esto puede variar, ya que no todas las zonas son homogéneas y es necesario conocer el origen del disturbio, así como las diferentes dinámicas poblacionales y del paisaje (Altamirano et ál., 2016), aun así, para futuras investigaciones o labores, estos resultados permitirán enfocar los métodos de control para evitar la dispersión natural y propagación desmedida de la planta invasora (Prasad, 2003).

## Conclusiones

Los bancos de semillas evaluados de forma indirecta (plantas germinadas) y las semillas encontradas con el método directo, mostraron que dentro del relicto y en los primeros 10 cm del suelo se acumuló la mayor cantidad de semillas, por lo que se evidenció el efecto en la germinación de la distancia, profundidad e interacción entre ellas.

La medición de los relictos en los diferentes municipios fue relevante, porque relaciona la edad de estos con la abundancia del banco de semillas y, por ende, presenta una mayor problemática de diseminación de las semillas.

Para el desarrollo de estrategias para la protección de los ecosistemas sensibles como los páramos y de control de esta planta invasora, es necesario que los métodos que se usarán sean integrales, es decir, que tengan en cuenta el banco de semillas y los factores como la edad y origen del relicto, el nivel de intervención, la topografía el terreno, la interacción con otras poblaciones, entre otros, afectan la riqueza de las semillas, aspecto relevante para el control de la propagación.

## Referencias

- Acueducto de Bogotá. (2015). *El retamo espinoso*. <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/centro-de-conocimiento/por-temas/retamo-espinoso>
- Aguilar, G. M. (2010). *Restauración ecológica en áreas afectadas por Ulex europaeus L. (retamo espinoso) en la serranía el Zuque, localidad 4 San Cristóbal, reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá* [Tesis de maestría en Restauración de Ecosistemas]. Universidades Alcalá, Politécnica de Madrid, Complutense y Rey Juan Carlos. Madrid, España. doi: 10.13140/RG.2.2.21162.62402

- Altamirano, A., Cely, J. P., Etter, A., Miranda, A., Fuentes-Ramírez, A., Acevedo, P., Salas, C. y Vargas, R. (2016). The invasive species *Ulex europeaus* (*Fabaceae*) shows high dynamism in a fragmented landscape of south-central Chile. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5498-6>
- Barrera-Cataño, J. I., Rojas Rojas, J. E., Contreras-Rodríguez, S.M., Basto Mercado, S. (2019). *Plan de Prevención, Manejo y Control de las especies de retamo espinoso (Ulex europeaus) y retamo liso (Genista monspessulana) en la jurisdicción CAR*. Convenio 1837 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Barrera, J. I. (2011). *Restauración ecológica de bosques Alto Andinos sometidos a presión antrópica: de lo teórico a lo posible* [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Bedoya Patiño, J. G., Estévez Varón, J. V. y Castaño Villa, G. J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín científico centro de museos museo de historia natural*, 14(2), 77–91.
- Beltrán, H. E. (2017). Familia *Fabaceae*, *Ulex europeaus* L. En D. Cárdenas-López, M. P. Baptiste y N. Castaño (Eds.), *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia* (pp. 295). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C.
- Bentivegna, D. y Zalba, S. (2014). Plantas Invasoras. En O. Fernández, E. Leguizamón y H. Acciaresi (Eds.), *Malezas E Invasoras De La Argentina* (pp. 227-262). Universidad Nacional del Sur. <https://ediuns.com.ar/wp-content/uploads/2018/02/Malezas-1-web.pdf>
- Cabezudo B, Pérez L A. (2004). El Banco De Semillas En El Suelo. En C. M. Herrera (coord.), *El Monte Mediterráneo en Andalucía* (pp. 145-152). Editorial Junta De Andalucía. Carlos María
- Cano, A., Zavala, J. A., Orozco, A., Valverde, M. T. y Pérez, P. (2012). Composición y abundancia del banco de semillas en una región semiárida del trópico mexicano: patrones de variación espacial y temporal. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 437–446. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.938>
- Cárdenas, L. D., Baptiste, M. P. y Castaño N. (Eds.). (2017). *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D.C.
- Celis, A., Mendoza, F. y Pachón, M. (2009). Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses: revisión. *Temas Agrarios*, 14(1), 5-16. DOI: 10.21897/Rta.V14i1.1205.
- Centre for Agricultural Bioscience International (CABI). (2018). *Ulex europeaus (gorse)*. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55561>
- Clements, D. R., Peterson, D. J. y Prasad, R. (2011). The biology of Canadian weeds. *Ulex europeaus* L. *Canadian Forest Service Publications*. 81(2), 325-337. DOI: <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Cole, R. J. (2009). Postdispersal Seed Fate of Tropical Montane Trees in an Agricultural Landscape, Southern Costa Rica. *Biotropica*, 41(3), 319-327. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00490.x>
- Corporación Autónoma Regional (CAR). (2019). *Protocolo para la prevención, manejo y control de las poblaciones de Ulex europeaus L. (retamo espinoso) y Genista Monspessulana (L.) L.A.S. Johnson (retamo liso) Para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (car)*.
- Cox, R. Y E. Allen. (2008). Composition of Soil Seed Banks in Southern California Coastal Sage Scrub and Adjacent Exotic Grassland. *Plant Ecology* 198, 37-46.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. InfoStat versión (2020). *Centro de Transferencia InfoStat, FCA*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz, E. A. M. (2009). Rasgos de historia de vida y ecología de las invasiones de *Ulex europeaus* L. en restauración ecológico en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones foresta-

- les de especies exóticas. En Vargas et ál. (Eds.), *Restauración Ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas* (pp. 307). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C.
- Doria, J. (2010). Generalidades Sobre Las Semillas: Su Producción, Conservación Y Almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(111), 74–85. <http://SciELO.Sld.Cu/Pdf/Ctr/V31n1/Ctr11110.Pdf>
- Figarola Sosa. G. (2018). Tojo *Ulex europeaus* (L). Otra amenaza a la diversidad del campo natural. *Revista del Plan Agropecuario*, 167, (60) 58-59. [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/183\\_2812.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/183_2812.pdf)
- Gioria, M., Le Roux, J.J., Hirsch, H. et ál. (2019). Characteristics of the soil seed bank of invasive and non-invasive plants in their native and alien distribution range. *Biol Invasions* 21, 2313-2332. <https://doi.org/10.1007/S10530-019-01978-Y>
- Gioria, M., Pyšek, P. y Moravcová, L. (2012). Soil seed banks in plant invasions: Promoting species invasiveness and long-term impact on plant community dynamics. *Preslia*, 84, 327-350.
- Hill, R. (2010). *Species profile: Ulex europeaus*. Global Invasive Species Database (GISD). <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=69>
- Hill, R., Gourlay, A. & Fowler, S. (2000). The Biological Control Program Against Gorse in New Zealand. In N. R. Spencer (ed.), [*Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds, 4–14 July 1999*] (pp. 909-917). Montana State University. [https://www.researchgate.net/publication/237429842\\_The\\_Biological\\_Control\\_Program\\_Against\\_Gorse\\_in\\_New\\_Zealand](https://www.researchgate.net/publication/237429842_The_Biological_Control_Program_Against_Gorse_in_New_Zealand)
- Hill, R.L.; Gourlay, A.H.; Barker, R. J. (2001). Survival of *Ulex europeaus* seeds in the soil at three sites in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 39(2):235-244. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2001.9512734>
- Hyatt, Laura A. And B. Casper. (2000). Seed Bank Formation During Early Secondary Succession in A Temperate Deciduous Forest. *Journal of Ecology* 88, 516-527.
- Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital*. Bogotá: Fondo Editorial.
- Labrada, R. (2006). *Recomendaciones para el manejo de malezas*. Publicaciones FAO. <http://www.fao.org/3/A0884e/A0884e00.htm>.
- Lee, W. G., Allen, R. B. & Johnson, P. N. (1986). Succession and dynamics of gorse (*Ulex europeaus* L.) Communities in the Dunedin Ecological District South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 24(2), 279-292. <https://doi.org/10.1080/0028825x.1986.10412678>
- León, A.L. y Ríos. O.V. (2009). Caracterización espacial y conocimiento social de la invasión de retamo espinoso (*Ulex europeaus*) en la vereda El Hato (Localidad de Usme). En Vargas et ál. (Eds.), *Restauración Ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas* (pp. 57-63). Universidad Nacional de Colombia.
- León, R., F. Torchelsen, G. Overbeck y M. Anand. (2016). Analyzing the landscape characteristics promoting the establishment and spread of gorse (*Ulex europeaus*) along roadsides. *Ecosphere* 7(3): 1-14.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter, M. (2004). *100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del global invasive species database*. Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), Comisión de supervivencia de Especies (CSE), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) <https://portals.iucn.org/Library/Sites/Library/Files/Documents/2000-126-Es.Pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo de Colombia. (2011). *Plan Nacional para la Prevención, el Control y Manejo de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras: Diagnóstico y listado preliminar de especies introducidas, Trasplantadas e Invasoras en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH, -IAvH; The

- Nature Conservancy – Colombia – TNC; Franco A; Baptiste, María P.; Díaz J; Montoya M. Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Moore, J., Sandiford, L., Austen, L. & Poulish, G. (2006). Controlling gorse seed banks. In C. Preston, J.H. Watts & N.D. Crossman (Eds.), [*Proceedings of the 15th Australian Weeds Conference “Managing Weeds in a Changing Climate”*] (pp. 283–286). Weed Management Society of South Australia Inc.
- Morales-Vásquez, N., Cadena-Rodríguez, S. y López-Vivas, J. M. (2013). Especies invasoras. *Ciencia y Mar*, 19(51), 41-45.
- Moscoso-Marín, L. y Diez Gómez, M. (2005). Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 582, 2931-2943.
- Mosso-Mancilla, E, Lezama-Sánchez, F, Castillo-Gutiérrez, A, Flores-Tolentino, M, Tovar-Sánchez, E. y Ramírez-Rodríguez, J. R. (2022). Primer registro de *Ulex europeaus* (Fabaceae, Faboideae) en México. *Acta botánica mexicana*, (129), e1987. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1987>
- Muñoz, E. (2009). El espinillo (*Ulex europeaus* L.) un invasor biológico en el sur de Chile: estado de su conocimiento y alternativas de control. *Gestión Ambiental*, 17, 23–44.
- Ocampo-Zuleta, K. y Solorza-Bejarano, J. (2017). Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europeaus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 89-98. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18s01a05>
- Pérez, E. M. y Santiago, E. T. (2001). Dinámica Estacional del Banco de Semillas en una Sabana en los Llanos Centro-Orientales de Venezuela. *Biotrópica*, 33(3), pp. 435-446. <https://doi.org/10.1646/0006-3606>
- Piudo, M.J. y Cavero, R.Y. (2005). Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 16, 71-85.
- Prasad, R. (2003). Management and control of gorse and scotch broom in British Columbia. *Technology Transfer Note* 30, 1-6.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2017). *Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile*. PNUD.
- Rees, M. y Hill, R. (2001). Large Scale Disturbances, Biological Control and the Dynamics of Gorse Populations. *Journal Of Applied Ecology*. 38, 364-377. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00598.x>
- Roberts, J. y Florentine, S. (2021). Biology, Distribution and Control of the Invasive Species *Ulex europeaeus* (gorse): A global Synthesis of Current and Future Management Challenges and Research Gaps. *Weed Research*, 61(4), 272-281. <https://doi.org/10.1111/wre.12491>
- Torres Rodríguez, N. A. y Vargas Ríos, O. (Eds.). (2011). *Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica*. Grupo de Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia / Red Colombiana de Restauración Ecológica / ACCEFYN.
- Udo, N., Tarayre, M. & Atlan, A. (2017). Evolution of germination strategy in the invasive species *Ulex europeaus*. *Plant Ecology* 10 (2), 375-385. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw032>



Paisaje rural del municipio de Soacha, vereda Alto de la Cabra.

## Indicadores de crecimiento en retamo espinoso (*Ulex europeus* L.): acumulación de materia seca y Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) en las plantas

**ARLETTE IVONNE GIL CLAVIJO<sup>1</sup>**  
**ÁNGELA GINET PRIETO CHITIVA<sup>2</sup>**  
**DANIELA RINCÓN GARZÓN<sup>3</sup>**

- 
- 1 <https://orcid.org/0000-0001-6536-5877> - aigil@ucundinamarca.edu.co - Docente TCO Universidad de Cundinamarca.
  - 2 <https://orcid.org/0000-0003-2536-4065> - agpriet@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
  - 3 <https://orcid.org/0000-0001-8205-0017> - drincong@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

■ La forma externa de un órgano es en primera medida el resultado del crecimiento diferencial a lo largo de un eje (Rana y Rana, 2014), es decir, son las divisiones celulares en el eje longitudinal del tallo que hace este que se alargue y se dé el crecimiento. Dicho crecimiento aparece como un conjunto de cambios cuantitativos durante el desarrollo de una célula, órgano u organismo y que pueden ser definidos como irreversibles y como uno de los parámetros esenciales de importancia ecológica en plantas, así como de su supervivencia, reproducción e interacciones de competencia que dependen del tamaño individual (Li et ál., 2016). El crecimiento vegetal se puede observar en términos del incremento en altura, el diámetro de tallo, el volumen de los tejidos, el incremento en el número de células, el aumento del peso fresco y seco, el incremento del área foliar, el peso foliar, entre otros (Pandey et ál., 2017).

De esta manera, el análisis del crecimiento —sugerido por Blackman (1919), indica que el crecimiento sigue la ley del interés compuesto, ley que indica que el peso seco que alcanza una planta al final de un periodo depende: del peso inicial (capital), la forma en que la planta lo usa en la producción de materia nueva (tasa de interés) y la duración de ese período de tiempo— es una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas, desarrollado durante las últimas décadas como una disciplina, relacionada con la ecofisiología y la agronomía, con sus propios conceptos, términos y herramientas de cálculo (Valladares, 2008). Entre los varios usos del análisis de crecimiento, vale la pena destacar el de la evaluación ecofisiológica (Clavijo, 1989), pues permite la evaluación fisiológica de plantas de acuerdo con las condiciones ambientales en cualquier entorno dado.

Por otra parte, Casierra-Posada et ál. (2003), definen que, al graficar el crecimiento en función del tiempo, este refleja el comportamiento de una planta de acuerdo con las condiciones de un ecosistema dado.

La biomasa o materia seca acumulada de una planta u órgano se incrementa, inicialmente, a una tasa exponencial, luego se observó una tendencia lineal y por último, una tasa decreciente hasta alcanzar un nivel máximo o “*plateau*”, lo que se asemeja a la denominada curva sigmoidea (Poorter et ál., 2012).

El patrón de crecimiento se ha modelado a través de una curva sigmoidea, que se compone de tres fases sucesivas con diferentes velocidades: una fase temprana donde el crecimiento es exponencial, una fase lineal y una fase *plateau* donde el crecimiento tiende a cero cuando se llega al crecimiento final, que correspondería a la senescencia de la planta (Goudriaan y Van Laar, 1994).

El peso seco, biomasa, materia o masa seca, es un acertado estimador de la fijación de carbono por la planta y la partición de los fotoasimilados (Di Benedetto

y Tognetti, 2016). Es por lo que la producción y conservación de la biomasa en las plantas contribuye a la protección del medio ambiente, por medio de la captura de carbono (Martínez y Leyva, 2014).

El crecimiento del área foliar determina la capacidad de interceptación lumínica en las plantas. La relación entre el crecimiento del área foliar y el crecimiento en términos de la biomasa depende de la manera de partición del carbono, entre una nueva área foliar, masa foliar, biomasa de raíz, reproducción y respiración (Wera-duwage et ál., 2015).

Según Sanguino (2018), las características ecológicas, morfológicas y fisiológicas de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) le permiten adaptarse a nuevas zonas, desplazando a las especies nativas de flora y fauna, porque es una especie perenne, arbustiva, que puede llegar hasta los 4 m de altura, es simpodial o ramificado, de follaje denso, con presencia de espinas —como característica principal— y flores amarillas; a medida que crece, los tallos se engrosan y angulan más (Mora, 2017). Las hojas son de forma acicular, blandas al inicio de su formación y después, adquieren dureza, porque son reemplazadas por filodios espinosos (Figura 28) con una longitud de entre 1 a 5 cm y se ramifican de forma secundaria y terciaria (Clements et ál., 2001; Rojas, 2020). Tarayre et ál. (2007), definen que esta planta posee una filotaxia en espiral (Figura 29) con una distancia entre ellas de 1 a 5 cm.



**Figura 28.** Detalle de los filodios espinosos de una planta de *U. europaeus* L.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 29.** Filotaxia en espiral de retamo espinoso  
Fuente: elaboración propia.

Barrera-Cataño et ál. (2019), describen las flores de retamo espinoso como individuales o en racimo hacia la parte distal de las ramas, de color amarillo, cáliz pubescente y corola compuesta por un estandarte oval y erguido, dos alas y una quilla de forma oblonga y obtusa (Figura 30).



**Figura 30.** Flor de retamo espinoso en donde se distinguen las partes que la componen: estandarte, alas y quilla  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 31.** Rama de retamo espinoso donde se observó el fruto en vaina  
Fuente: elaboración propia.

El fruto de retamo espinoso es una legumbre pubescente, cuyas vainas son de color negro y contienen entre 2 a 8 semillas (Figura 31). La dehiscencia de las vainas es de forma explosiva para que las semillas caigan al suelo (Tarayre et ál., 2007).

El retamo espinoso se expande fácilmente en el territorio debido a sus múltiples formas de reproducción, pues produce gran cantidad de semillas que se pueden conservar en el suelo por periodos prolongados, lo que explica su alta capacidad de perdurar y su resurgimiento, así se retiren las plantas del sitio (Ocampo y Solorza, 2017). Según León y Vargas (2009), las semillas de retamo espinoso pueden perdurar latentes en el banco de semillas del suelo durante 20 años, con una viabilidad de más del 80 % y un solo individuo puede producir entre 600 a 1800 semillas por año, lo cual confirma su alta tasa de reproducción en el tiempo.

### Acumulación de materia seca de retamo espinoso

Para determinar la acumulación de materia seca de retamo espinoso, se colectaron semillas provenientes de vainas maduras de esta planta, en el municipio de Sibaté, Cundinamarca, vereda Romeral —coordenadas 4°25'53''N y 74°14'2''W, altura de 3312 m s. n. m. y temperatura promedio de 14 °C—, las cuales se llevaron al municipio de Fusagasugá, Cundinamarca —ubicado entre los 4°20'N y 74°21'00''W, altura de 1765 m s. n. m. y temperatura promedio de 20° C—, donde bajo condiciones de umbráculos, inicialmente se procedió a su siembra en alveolos. Cuando las plántulas emergieron, se mantuvieron hasta los 60 días después de la siembra —de ahora en adelante, DDS— cuando se trasladaron para ser sembradas en materas plásticas con sustrato de suelo de la región. Las coordenadas geográficas, las temperaturas y alturas como mínimas variables ambientales son relevantes porque

afectan el crecimiento de las plantas, quienes responden a factores ambientales y toda respuesta se fundamenta en el sitio en el cual la planta crece, como en el caso del retamo espinoso, que responderá diferente en otro municipio a otra temperatura y otra altura. Esto es lo que se conoce como ecofisiología.

La toma de datos se realizó mediante el seguimiento a las plantas, que duró 481 DDS. La biomasa se obtuvo en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de Cundinamarca Sede Fusagasugá, mediante el secado de las muestras vegetales, las cuales fueron las plantas completas de retamo espinoso que se colocaron en estufa de secado a 70 °C, hasta obtener el peso constante del material que consiste en que la muestra pierde toda el agua contenida en sus tejidos y únicamente queda lo que se conoce como biomasa o materia seca.

Como resultado se obtuvo que las plantas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) mostraron una lenta acumulación de biomasa durante el tiempo de muestreo de la investigación, con un valor máximo de 3,2384 g, lo que significa que las plantas generaron 0,006732 gramos por (g día-1) de materia seca. Esta lenta acumulación está acorde con los resultados obtenidos por Baeza (2011), quien encontró la biomasa total de la especie *Ulex parviflorus* (Pourr.), en la Cuenca Mediterránea, se incrementó significativamente, desde 1335 gramos por metro cuadrado (g.m-2) en plantas de 3 años, hasta 4058 g m-2 en plantas de 9 años y, 5908 g.m-2 en plantas de 17 años. También concluyó que esta especie llega a su madurez reproductiva a los 2 años, mostrando su mayor capacidad en los estadios juveniles, a diferencia de las plantas maduras. A continuación, se muestra la tendencia correspondiente a la etapa inicial de crecimiento lento, del modelo sigmoideal clásico definido para el crecimiento de los seres vivos (Figura 32).

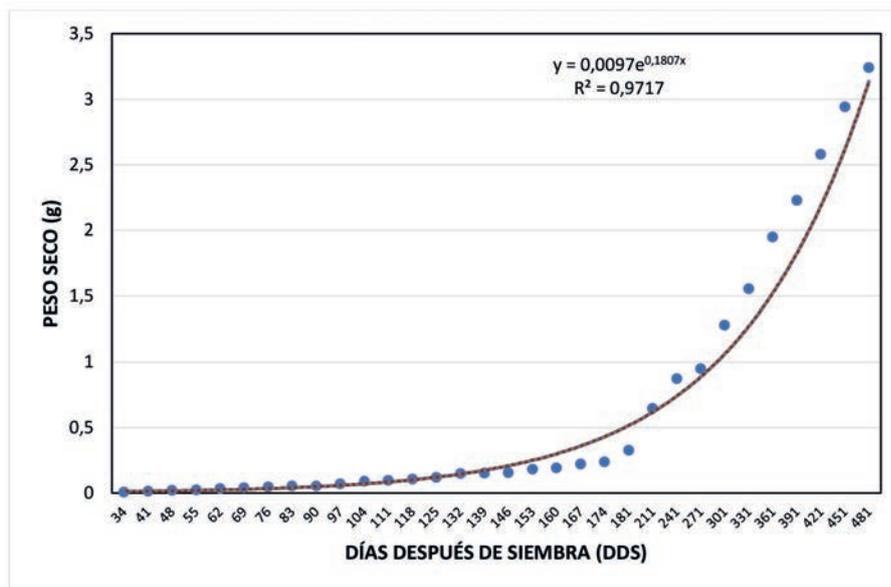


Figura 32. Acumulación de materia seca (g) de las plantas de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) durante 481 DDS bajo condiciones de umbráculo en Fusagasugá, Cundinamarca Fuente: elaboración propia.

La acumulación de materia seca se ajustó a un modelo matemático tipo exponencial, con un coeficiente de determinación de 0,9857 para este período de crecimiento de las plantas. Toda tendencia de crecimiento requiere de un ajuste de tipo matemático, en este caso la tendencia fue exponencial, ajustada con un R2 alto, del 98,57 %, lo cual significa que el modelo se ajustó bastante bien a los datos obtenidos en los muestreos de las plantas. En esta etapa de crecimiento en las plantas de retamo espinoso, la biomasa se distribuye en la raíz, el tallo y las hojas convertidas en espinas fotosintetizadoras que se denominan filodios, característica propia de la fase vegetativa. Este lento crecimiento se debe a que el retamo espinoso es una planta perenne, que tiene un largo ciclo de vida el cual puede durar 60 años o más.

Barrera (2011), afirma que *Ulex europeaus* L. tiene una alta tasa de crecimiento en casi todas sus etapas del ciclo de vida, incluso si el individuo detiene la producción se puede garantizar su supervivencia durante muchos años: tanto a través de la reproducción asexual —que se puede dar por estolones y tallos adventicios, que pueden rebrotar y dar lugar a nuevas plantas que florecerán antes de seis meses—, como también por la vía sexual, mediante la producción de semillas.

Estos resultados están acordes con lo concluido por Gaitán y López (2018), quienes realizaron un estudio de la distribución espacial de retamo espinoso en la localidad de Usme, Cundinamarca y encontraron que el crecimiento de esta especie presenta una dinámica de incremento en el tiempo y espacio, debido a su amplia tasa de generación de biomasa.

También se evidenció el crecimiento de la raíz de las plantas de retamo espinoso desde los 18 a los 49 DDS (Tabla 8), lo que se confirmó que el crecimiento de la planta es constante, con una raíz primaria gruesa y profunda, acorde con los resultados obtenidos por Rojas (2020), quien concluyó que desde los primeros meses se desarrollan en la planta los nódulos de *Rhizobium* o bacterias llamadas rizobios, que se asocian simbióticamente con las leguminosas y colaboran con la fijación de nitrógeno, lo que permite a la planta crecer en suelos deficientes de nitrógeno, además de incorporar el nitrógeno asimilable con un alto gasto energético (Isidra y Valdés, 2022). Los nódulos radiculares constituyen relaciones mutualistas y los modos de organogénesis difieren de los del desarrollo de las raíces laterales (Soyano et ál., 2021). Para incorporar en Nitrógeno atmosférico se requiere de un mutualismo entre las raíces y los rizobios y los procesos de diferenciación en las raíces difieren según si es raíz principal o raíces laterales o secundarias.

Se observó que a los 18 y 34 DDS las plantas de retamo espinoso mostraron la aparición de raíces laterales, cortas y ramificadas (Figura 33). Duhart (2012), encontró que el sistema radical de *U. europeaus* es superficial, debido a que la gran mayoría de raíces se encuentran ubicadas en los primeros 10 cm de profundidad del suelo, pero presenta una raíz principal gruesa, que puede llegar hasta los 30 cm.

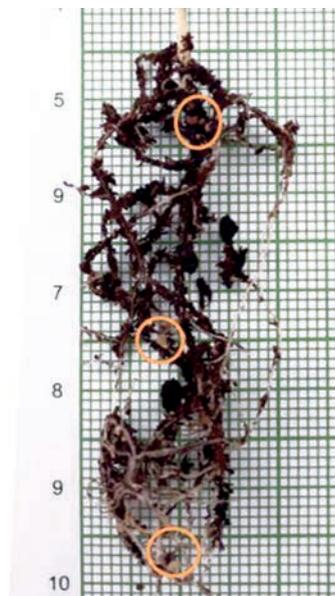
**Tabla 8.** Crecimiento radical en plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca

DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA (DDS)	LONGITUD DE RAÍZ (cm)
18	3,7
34	4,2
49	5,0

Fuente: elaboración propia.



**Figura 33.** Sistema radical de una planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) donde se observan las raíces laterales ramificadas y la raíz principal  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 34.** Presencia de nódulos radiculares en el sistema radical de *U. europaeus* L.  
Fuente: elaboración propia.

El crecimiento en longitud fue en aumento hasta los 49 DDS, mostrando además abundantes nódulos para la fijación del nitrógeno, debido a que *U. europaeus* pertenece a la familia *Fabaceae* (Figura 34).

### Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) de las plantas de retamo espinoso

La Tasa de Crecimiento Relativo, TCR (o RGR, por sus iniciales en inglés “Relative Growth Rate”) es una medida indirecta de crecimiento —llamada “índice de eficiencia” por V.H. Blackman (1919)— que expresa el crecimiento en términos de la tasa de incremento en tamaño por unidad de tamaño, es decir, el crecimiento en biomasa teniendo en cuenta el peso o tamaño ya alcanzado por la planta (por ejem-

plo, la planta crece 1 g por día en una planta de 10 g de peso seco total en un período de tiempo dado) lo que permite comparaciones más equitativas que una tasa de crecimiento absoluto. Mientras las medidas directas de crecimiento (biomasa y área foliar) expresan el desarrollo absoluto de la planta, las medidas indirectas explican su eficiencia en acumular materia seca como producto de sus procesos metabólicos (Geraud et ál., 1995).

La TCR es la tasa de acumulación de nueva biomasa por unidad de masa seca existente y es el parámetro más relevante en la competencia entre plantas, porque una planta que acumula mayor cantidad de materia seca en un corto periodo de tiempo crecerá más rápidamente que una que no acumule tanta biomasa, por lo cual, aquella que acumula más será más competitiva en adquisición de recursos como luz, agua, espacio, etc.). La TCR es una medida indirecta de la tasa de adquisición de recursos y numerosos estudios han encontrado que el incremento de la TCR en los cultivos es directamente proporcional con la supresión de las arvenses (Didon, 2002), lo que en otras palabras equivale a que las plantas que crecen más rápido son aquellas que poseen una TCR alta, por ende, una mejor competencia con las arvenses.

Uno de los métodos más utilizados para la comparación de las tasas de crecimiento entre especies o genotipos es la TCR (Paul et ál., 2010). La influencia de parámetros como TCR puede variar bajo diversas condiciones, especialmente con la disponibilidad lumínica (Li et ál., 2016). Se ha demostrado una correlación positiva entre la relación Nitrógeno y Carbono (N:C) —dados los contenidos de compuestos nitrogenados y de carbono en la planta, factores fundamentales para entender el crecimiento— y la TCR de forma lineal, tanto a nivel foliar como en la totalidad de la planta (Niklas et ál., 2005; Peng et ál., 2011).

La TCR está acorde con el peso seco total, pero otras medidas como el tamaño también pueden ser utilizadas —conocidas como cultivos—, es una función de interés compuesto que representa la pendiente cuando el logaritmo natural del peso seco se grafica con respecto al tiempo (Hunt, 1990). La TCR se expresa en gramos por gramo por día —de ahora en adelante (g.g-1.día-1)— (por ejemplo, la planta crece 1 g por día en una planta de 10 gramos de peso seco total en un período de tiempo dado) y es el concepto central del análisis de crecimiento y es ampliamente utilizada en producciones intensivas de plantas, conocidas como cultivos. (Zhang et ál., 2015).

Di Benedetto y Tognetti (2016), definen el cálculo de TCR de una planta u órgano para cada instante, como el incremento de material vegetal por unidad de material vegetal existente y por unidad de tiempo, siendo  $W$  el peso seco total,  $t$  el tiempo y  $d$  la derivada:

$$TCR = (1/W) (dW/dt)$$

Matemáticamente, es la pendiente de la ecuación que relaciona el logaritmo natural del peso seco total con el tiempo transcurrido. Suponiendo que el crecimiento de las plántulas en los primeros estadios suele ser de tipo exponencial, el peso de la plántula en un momento dado queda determinado por la ecuación, donde  $e$  equivale al coeficiente exponencial base de los logaritmos neperianos:

$$W_2 = W_1 e^{TCR (t_2 - t_1)}$$

$W_2$  y  $W_1$  son el peso de la plántula en los tiempos 2 y 1 ( $t_2$  y  $t_1$  respectivamente) y TCR la tasa de crecimiento relativo. Si se aplican los logaritmos neperianos a los dos términos de la ecuación, se tiene que:

$$\ln W_2 = \ln W_1 + TCR (t_2 - t_1)$$

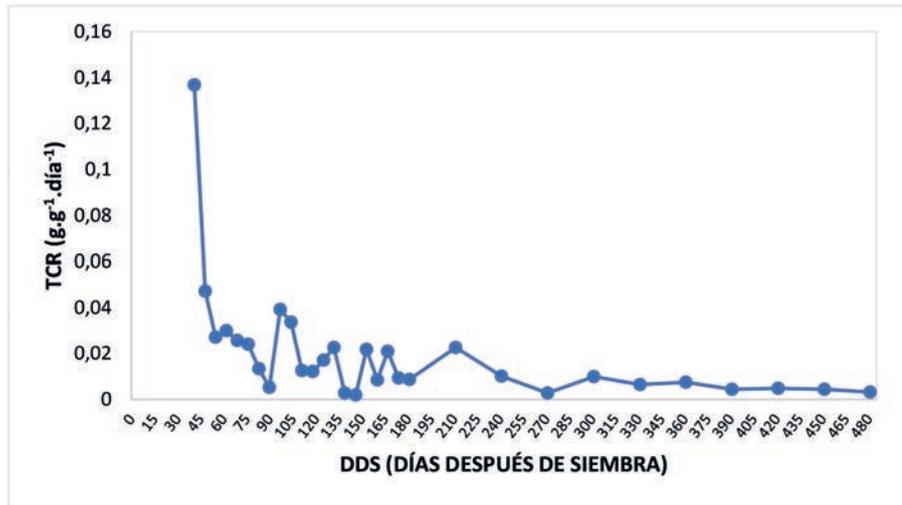
Despejando, se obtiene la fórmula para calcular TCR como:

$$TCR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

Radford (1967), en su estudio clásico de análisis de crecimiento en plantas, define a la TCR como una medida integradora fisiológica del crecimiento vegetal, que depende de la fotosíntesis y de la respiración de la planta. Como es imposible realizar medidas de la biomasa seca de una misma planta y en distintos momentos —ya que es una medición destructiva, es decir que las plantas en las que se muestrea a lo largo del periodo experimental, por medio de mediciones como peso seco, se colocan en estufa de secado para determinar la biomasa—, la TCR se calcula a partir de muestreos de plantas diferentes a lo largo de un período experimental. En esta investigación se determinó y graficó la tendencia en el tiempo de la acumulación de biomasa de las plantas de retamo espinoso, por medio de la TCR, durante un período entre los 41 DDS, hasta los 481 DDS.

Como resultado se obtuvo una tendencia decreciente, con un mínimo valor de TCR de 0,0032075 g.g-1.día-1 para el último muestreo, es decir, para los 481 DDS (Figura 35), lo cual, según lo definido por Villar et ál. (2005), la TCR en sí misma tiende a decrecer durante la ontogenia de las plantas, dado a que una mayor biomasa se localiza en los tejidos no fotosintéticos y los costos de la respiración y el auto-sombreamiento se incrementan.

La tendencia esperada de la TCR era que con el tiempo se declinara, debido a que, por un lado, las plantas de mayor tamaño tienen mayor asignación de carbono en tejidos de soporte no fotosintéticos (Enquist et ál., 1999); por otro lado, hay una restricción de recursos, debido a que las plantas de mayor tamaño disminuyen su capacidad para extraer suficientes recursos para mantener las tasas de crecimiento iniciales (Cloé et ál., 2010).



**Figura 35.** TCR de las plantas de retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*) durante 481 DDS bajo condiciones de umbráculo en Fusagasugá, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

Una acumulación más rápida de materia seca significa que más carbono está disponible para incrementar el crecimiento de raíces y de la parte aérea de la planta —es decir, el tallo y la hoja—, lo cual redundará en un mayor acceso a la luz y a los nutrientes edáficos, los cuales, a su vez, se convertirán en una mayor acumulación de biomasa (Lowry y Smith, 2018).

El análisis y uso de modelos para el crecimiento vegetal es un importante campo interdisciplinario y la utilización de la TCR proveen diversas herramientas para la evaluación del desempeño del crecimiento y su eficiencia, en plantas individuales y en poblaciones (Pommerening y Muszta, 2015).

Se espera que la información, producto de esta investigación, sirva para apoyar el entendimiento de la acumulación de materia seca de retamo espinoso, con el fin de colaborar en la implementación de diversos tipos de manejo que sean prioritarios en la disminución de su impacto, en las áreas donde se encuentra esta especie, la cual representa una amenaza para los ecosistemas nativos en diversas áreas de nuestro país.

## Conclusiones

En este estudio, las plantas de retamo espinoso (*U. europeaus L.*) —bajo condiciones ambientales de Fusagasugá, Cundinamarca— presentaron una acumulación lenta de materia seca durante un periodo de 481 DDS, con un valor máximo de 3,2384 g, y de 0,006732 g día<sup>-1</sup> en biomasa.

Durante los 49 DDS las plantas de retamo espinoso mostraron un incremento en longitud radical y abundancia de nódulos para la fijación del nitrógeno, característica propia de la familia *Fabaceae* a la cual pertenece esta especie.

Para la variable de la TCR, desde los 41 DDS hasta 481 DDS, las plantas de retamo espinoso mostraron una típica tendencia decreciente: desde 0,1367088 hasta el mínimo valor de 0,0032075 g.g-1.día-1 para el último muestreo, debido a que, a medida que las plantas crecen, el autosombreamiento y la tasa respiratoria se incrementan con lo cual la TCR disminuye en el tiempo.

## Referencias

- Baeza, M. (2011). *Aspectos ecológicos y técnicas de control del combustible (roza y quema controlada) en matorrales con alto riesgo de incendio, dominados por Ulex parviflorus (Pourr.)* [Tesis doctoral]. Universidad de Alicante.
- Barrera-Cataño, J.I., Rojas Rojas, J.E., Contreras-Rodríguez, S.M. y Basto Mercado, S. (2019). *Plan de prevención, manejo y control de las especies de retamo espinoso (Ulex europeus) y retamo liso (Genista monspessulana) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la Pontificia Universidad Javeriana*. Convenio 1837. Bogotá, Colombia.
- Barrera-Cataño, J.L. (2011). *Restauración ecológica de bosques altoandinos sometidos a presión antrópica: de lo teórico a lo posible* [Tesis de pregrado]. Universidad Autónoma de Barcelona. <https://cutt.ly/lnDuAeD>
- Blackman, V.H. (1919). The compound interest law and plant growth. *Ann. Botanicus* 33(2), 353-360.
- Casierra-Posada, F., Hernández, D.I., Lüdders, P. y Ebert, G. (2003). Crecimiento de frutos y ramas de manzano “Anna” (*Malus domestica* Borkh) cultivado en los altiplanos colombianos. *Agronomía Colombiana* 21(1-2), 69-74.
- Clavijo, J. (1989). Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comafi* 16, 12-16.
- Clements, D. R., Peterson, D. J. & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. *Ulex europeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325-337.
- Di Benedetto, A. y Tognetti, J. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA: Revista Investigaciones Agropecuarias* 42, 258-282.
- Didon, U. (2002). Variation between barley cultivars in early response to weed competition. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188(3), 176-184. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00566.x>
- Duhart-Martínez, K.A. (2012). *Estudio de la composición de alcaloides de Ulex europeus L. (Fabaceae) en Chile y su actividad biológica* [Tesis de pregrado]. Universidad De Concepción. <https://cutt.ly/GnndPOr>
- Enquist, B., West, G., Charnov, E. & Brown, E. (1999). Allometric scaling of production and life-history variation in vascular plants. *Nature* 401, 907-911. <https://doi.org/10.1038/44819>
- Gaitán Rojas, D. J. y López Calle, M. I. (2018). Análisis multitemporal de la especie vegetal invasora retamo espinoso (*Ulex europeus*) en el embalse la Regadera, zona rural de la localidad de Usme, a partir de imágenes satelitales Sentinel 2 y Landsat 8, mediante el uso de algoritmos de clasificación [Tesis de grado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/13799>.
- Geraud, F., Chirinos, D. y Marín, M. (1995). Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande en la zona del río Limón del Estado Zulia, Venezuela. II. Índice de crecimiento relativo, razón de peso foliar y gamma. *Rev. Fac. Agron.* 12, 15-23.
- Goudriaan J, Van Laar HH. (1994). *Modelling potential crop growth processes*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

- Hunt, R. (1990). Relative growth rates. In R. Hunt (Comp.), *Basic Growth Analysis* (pp. 25 -34). Springer, Dordrecht. doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6_3)
- Isidra-Arellano, M.C. y Valdés-López, O. (2022). ¿Cómo controlan las leguminosas el número de nódulos para evitar comprometer su crecimiento y desarrollo? *Revista Educación Bioquímica*, 41(2), 51-65.
- León, O. y Vargas, O. (2009). Caracterización espacial y conocimiento social de la invasión de retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en la vereda El Hato (Localidad de Usme). *Researchgate*, 1, 68-92. <https://cutt.ly/TmsI5Ns>
- Li, X., Schmid, B., Wang, F. & Paine, C.E.T. (2016). Net Assimilation Rate Determines the Growth Rates of 14 Species of Subtropical Forest Trees. *PLoS ONE* 11(3): e0150644. doi:10.1371/journal.pone.0150644
- Lowry, C. & Smith, R. (2018). Weed Control Through Crop Plant Manipulations. En J. Khawar and B. Chauhan (Eds.), *Non-Chemical Weed Control* (pp. 73-96). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809881-3.00005-X>
- Martínez, A. y Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales*, 35(1), 11-20.
- Milquez-Sanabria, H. A. (2017). Producción y caracterización de carbón activado a partir de retamo espinoso (*Ulex europeaus*). *Publicaciones e Investigación*, 11(2), 89-97. <https://doi.org/10.22490/25394088.2790>
- Mora Cuchimba, S.G. (2017). *Potencial de retamo espinoso Ulex europeaus L. como materia prima para la elaboración de agromantos, según su resistencia a la tracción* [Trabajo de grado] Repositorio Universidad de La Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/320](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/320)
- Niklas, K.J., Owens, T., Reich, P.B., Cobb, E.D. (2005). Nitrogen/phosphorus leaf stoichiometry and the scaling of plant growth. *Ecol Lett* 8, 636-42. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00759.x>
- Ocampo, K. y Solorza, J. (2017). Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europeaus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 89-98. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18s01a05>
- Pandey, R., Paul, V., Das, M., Meena, M. & Meena, R. (2017). Plant growth analysis. *Manual of ICAR Sponsored Training Programme on "Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants" Division of Plant Physiology, IARI, New Delh* 16(25) 103-107. [https://www.researchgate.net/publication/321267971\\_Plant\\_growth\\_analysis#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/321267971_Plant_growth_analysis#fullTextFileContent) 10.13140/RG.2.2.21657.72808.
- Paul-Victor, C., Zuest, T., Rees, M., Kliebenstein, D. & Turnbull, L. (2010). A new method for measuring RGR can uncover the costs of defensive compounds in *Arabidopsis thaliana*. *The New phytologist*. 187(4), 1102-11. doi: 10.1111/j.1469-8137.2010.03325.x
- Peng, Y., Niklas, K.J. & Sun, S. (2011). The relationship between relative growth rate and whole-plant C:N:P stoichiometry in plant seedlings grown under nutrient-enriched conditions, *Journal of Plant Ecology*, 4(3), 147-156. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtq026>
- Pommerening, A. y Muszta, A. (2015). Methods of modelling relative growth rate. *For. Ecosyst.* 2, 5. <https://doi.org/10.1186/s40663-015-0029-4>
- Poorter, H., Niklas, K.J., Reich, P.B., Oleksyn, J., Poot, P. & Mommer, L. (2012). Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. *New Phytologist* 193(1), 30-50.
- Radford, P. J. (1967). Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7, 171-175. <https://doi.org/10.2135/cropsci1967.0011183X000700030001x>
- Rana, S. S. & Rana, R. S. (2014). *Advances in Crop Growth and Productivity*. Department of Agronomy, CSKHimachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur.

[https://www.researchgate.net/publication/309210870\\_Advances\\_in\\_Crop\\_Growth\\_and\\_Productivity](https://www.researchgate.net/publication/309210870_Advances_in_Crop_Growth_and_Productivity)

- Rojas, D. M. (2020). *Estudio de las características de retamo espinoso (Ulex europeus) localizado en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá para su aprovechamiento como medida de minimización del impacto ambiental causado por su presencia* [Proyecto de investigación]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36684>
- Sanguino Fernández, J. A. (2018). Identificación de impactos generados por el retamo espinoso en la vereda Santa Rosa localidad Ciudad Bolívar. *Boletín Semillas Ambientales*, 12(1), 160–164. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/13628>
- Soyano, T., Liu, M., Kawaguchi, M & Hayashi, M. (2021). Leguminous nodule symbiosis involves recruitment of factors contributing to lateral root development. *Plant Biology*, 59(1), 1-8. 10.1016/j.pbi.2020.102000
- Tarayre, M., Bowman, G., Schermann-Legionnet, A., Barat, M. & Atlan, A. (2007). Flowering phenology of *Ulex europeus*: ecological consequences of variation within and among populations. *Evolutionary Ecology* 21, 395-409. <https://doi.org/10.1007/s10682-006-9109-9>
- Valladares, F. (2008). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (2<sup>da</sup> edición). Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid.
- Villar, R., Marañón, T., Quero, J., Panadero, P., Arenas, F. & Lambers, H. (2005). Variation in relative growth rate of 20 *Aegilops* species (*Poaceae*) in the field: The importance of net assimilation rate or specific leaf area depends on the time scale. *Plant and Soil*, 272(1/2), 11-27. [www.jstor.org/stable/42951681](http://www.jstor.org/stable/42951681)
- Weraduwage, S. M., Chen, J., Anozie, F. C., Morales, A., Weise, S. E. & Sharkey, T. D. (2015). The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in plant science*, 6, 167. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00167>
- Zhang, D., Zhang, Z., Li, J., Chang y., Du, Q., Pan, T. (2015). Regulation of vapor pressure deficit by greenhouse micro-fog systems improved growth and productivity of tomato via enhancing photosynthesis during summer season. *PLoS ONE* 10(7), e0133919. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133919>





## CAPÍTULO 4

*Hojas de retamo espinoso (U. Europeus L.) Presentando muerte descendente.*

# Fenología de la planta de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca

**ARLETTE IVONNE GIL CLAVIJO<sup>1</sup>**

**ÁNGELA GINET PRIETO CHITIVA<sup>2</sup>**

**DANIELA RINCÓN GARZÓN<sup>3</sup>**

■ La fenología es el estudio de los eventos del ciclo de vida en plantas y animales, desencadenados por cambios ambientales, especialmente, por la temperatura. Un amplio rango de fenómenos, como el inicio de brotación de hojas y botones florales, entre otros, son indicadores adecuados para explicar el impacto de los cambios climáticos de una región determinada, sobre los organismos que allí habitan (Schwartz, 2003).

---

1 <https://orcid.org/0000-0001-6536-5877> - aigil@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0000-0003-2536-4065> - agprieto@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

3 <https://orcid.org/0000-0001-8205-0017> - drincong@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

La palabra *fenología* tiene su origen del griego *φαίνω* (*phainō*), que significa *aparecer, mostrar, manifestar*, referida a los cambios visibles en el desarrollo biológico; sin embargo, la investigación moderna de la fenología debe ir más allá de la observación de los eventos biológicos visibles para entender los mecanismos fisiológicos de dichos cambios (Tang et ál., 2016).

La fenología de las plantas está cambiando en respuesta al cambio climático global. Las alteraciones en la temperatura, la humedad del suelo, la disponibilidad de nitrógeno, la luz y la concentración elevada de CO<sub>2</sub> son probablemente los factores que más afectan la fenología de las plantas (Nord y Lynch. 2009).

La literatura explica la fenología en términos de “estadios fenológicos” o “fenofases”, que están destinados a denotar segmentos relevantes del ciclo de vida de las plantas como la germinación, aparición de hojas, floración, fructificación y senescencia (Meier, 1997). Los cambios entre las fenofases vegetativa y reproductiva están entre las principales respuestas al cambio climático y varían ampliamente entre especies, pero aún se desconoce si están mediados por los atributos funcionales como el tamaño o los rasgos foliares (Valencia et ál., 2016).

Actualmente, hay diversas preguntas en el ámbito fenológico, una de ellas tiene que ver con cuáles son las causas, consecuencias y limitaciones —a nivel individual, fisiológico y funcional— de la fenología y de los cambios fenológicos; responder esta pregunta contribuiría con el papel de la fenología en la fisiología vegetal básica, sus aplicaciones para el pronóstico de los efectos del cambio climático global y los rasgos vegetales que pueden cambiar de acuerdo con ello (Wolkovich y Ettinger, 2014).

El retamo espinoso se ha convertido en un grave problema en ecosistemas naturales y agrícolas en muchas partes del mundo, no solo porque las semillas proveen mecanismos por los que la planta invade los hábitats nativos y mantiene su presencia en los ya invadidos (Hill et ál., 1996), sino que las plantas pueden producir 34.000 semillas por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) al año y pueden vivir largos períodos de tiempo en el suelo (Hill et ál., 2001). Las semillas miden aproximadamente 3 mm de largo y cambian de color, de verde a café o negro, dependiendo de la madurez (Parsons y Cuthbertson, 2001). La temperatura óptima para la germinación de las semillas es de 18 °C, aunque puede presentarse en un posible rango de 0 a 26 °C, bajo condiciones in vitro (Broadfield y McHenry, 2019).

Por otra parte, el retamo espinoso muestra un corto período juvenil, es decir, previa a la floración o gametogénesis, de aproximadamente de 4 a 6 meses desde la germinación de la semilla, aunque puede llegar hasta los 18 meses. Las hojas pequeñas continúan su desarrollo hasta que la planta alcanza una altura de 5 cm aproximadamente y cesa cuando se inicia la producción de las primeras espinas (Broadfield y McHenry, 2019; Rolston y Talbot, 1980).

De acuerdo con Aguilar (2010), el retamo espinoso presenta un crecimiento de tipo simpodial; en las primeras fases de desarrollo, las plántulas suelen tener hojas trifoliadas de 0 a 10 cm de altura, que con el tiempo son reemplazadas por filodios espinosos de entre 1 a 5 cm de longitud, y escamas. Puentes y Basanta (2009), afirman que las plántulas pueden variar en su morfología: cerca del suelo poseen brotes tiernos y pequeñas hojas alternas con 3 folíolos, mientras que, en plantas maduras las hojas cambian a espinas rígidas de 4,5 a 6,5 cm de largo.

Según Parsons y Cuthbertson (2001), las hojas de retamo espinoso joven presentan una coloración gris verdosa, de 1 a 3 cm de largo, pero cuando maduran, cambian a verde oscuro y se convierten en espinas. *U. europaeus* tiene tejido fotosintético en el tallo y la fotosíntesis se produce principalmente en la epidermis de los tallos y de las espinas (DiTomaso, 1998).

Hill (1983), determinó que el crecimiento de las plantas establecidas de retamo espinoso, en el sur de Inglaterra, fue de aproximadamente 100 mm en un solo año, mientras que Lee et ál. (1986), registraron un crecimiento de 200 mm por año, en plantas establecidas en Otago, Nueva Zelanda; aunque en sitios recientemente colonizados en zonas de Nueva Zelanda, sobre matorrales, se reportó que pueden crecer más de 500 mm cada año. El crecimiento anual de la planta varía ampliamente con la edad, el clima y la fertilidad del suelo.

### Fenología de la planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.)

A partir de las observaciones de las plantas de retamo espinoso, bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca, se desarrolló la fenología de esta planta, mediante la escala Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) para la descripción de las etapas de crecimiento (Meier et ál., 2009), durante un período de 378 DDS (Tabla 9 y Figuras 19 a la 32). La escala BBCH utiliza un código decimal que proporciona un enfoque preciso y simplificado para identificar las etapas fenológicas de la planta en función de características morfológicas externas, fácilmente observables. El ciclo de crecimiento completo de la planta se subdivide en 10 etapas o estadios principales, codificadas de 0 a 9 en orden ascendente y cada etapa principal se subdivide en etapas secundarias, que también se numeran del 0 al 9. La combinación de los números de la etapa principal y secundaria da como resultado un código de dos dígitos (Paz y Casiano, 2018).

La investigación se desarrolló a partir de material vegetal (semilla sexual) de retamo espinoso proveniente de plantas ubicadas en el municipio de Soacha, Cundinamarca, en el Alto de la Cabra —ubicado a 4°26′13″N y 74°12′50″W., altura de 3306 m s. n. m., con una temperatura promedio de 14 °C—. Las semillas fueron trasladadas al municipio de Fusagasugá, Cundinamarca y se sembraron en alveolos con sustrato de turba para el establecimiento inicial. A los 60 DDS se trasplantaron las

plantas para ser sembradas en materas plásticas con sustrato de suelo de la región y se ubicaron en un sitio bajo condiciones de plena exposición solar, debido al carácter heliófilo de la planta.

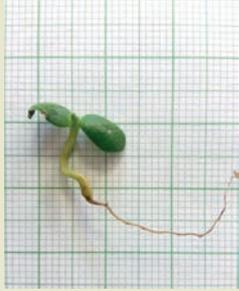
Para la realización de la fenología de retamo espinoso, se registraron los cambios presentados en las plantas, anotando cada uno de ellos en los DDS. Se contó con un total de 75 individuos hasta el final de la investigación y los cambios fenológicos fueron registrados cuando se presentaron en la mitad de la población, es decir, en 38 plantas que, de acuerdo con Hess et ál. (1997), la descripción de cambios fenológicos para una población de plantas debe registrarse cuando estos se presentan en el 50 % de los individuos.

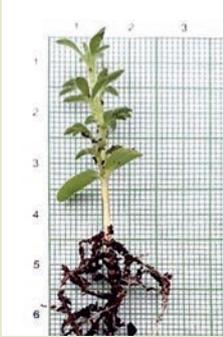
En el lapso de la investigación — que duró 378 DDS— se determinó que las plantas de retamo espinoso se encontraban en la fase juvenil y no ingresaron a la floración, debido a su lento crecimiento vegetativo. En este período se formaron raíces, ramas, hojas y espinas, contribuyendo a la arquitectura de la planta y a la ganancia de biomasa.

Una observación fundamental fue que a los 119 DDS se inició la formación de espinas en las plantas, mediante un proceso de entorchamiento foliar que generó forma acicular y dureza, a medida que transcurría el tiempo. A partir de este tiempo, la producción de espinas fue constante en las plantas de retamo, identificadas por esta característica propia.

**Tabla 9.** Escala bbch para la descripción de los cambios fenológicos de retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en un lapso de 378 dds

Código	DDS	Descripción	Figura
<b>Estadio principal 0. Germinación</b>			
00	00	Semilla seca: de color café brillante con una forma oval, peso promedio de 6 mg y una longitud de 2 mm.	 <p><b>Figura 36.</b> Estadio 00 Fuente: elaboración propia.</p>
05	15	Los órganos de multiplicación vegetativa comienzan a emerger. Las hojas cotiledonares presentan una coloración verde de forma ovalada con borde entero.	 <p><b>Figura 37.</b> Estadio 05 Fuente: elaboración propia.</p>

Código	DDS	Descripción	Figura
09	18	La yema comienza a brotar, permitiendo que el hipocótilo con los cotiledones crezcan, dirigiéndose a la superficie del suelo. Los cotiledones se encuentran totalmente extendidos, con coloración verde oscuro y longitud de 4 mm.	 <p><b>Figura 38.</b> Estadio 09 Fuente: elaboración propia.</p>
<b>Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal)</b> <b>Estadio principal 3. Elongación del tallo</b>			
10/30	18	Cotiledones completamente desplegados. Comienzo del crecimiento longitudinal del tallo.	 <p><b>Figura 39.</b> Estadio 10/30 Fuente: elaboración propia.</p>
11/31	25	Primer par de hojas verdaderas, de forma trifoliada pedatisecta —hoja compuesta, cuyos folíolos están divididos en segmentos estrechos y lineales—, su posición es opuesta a los cotiledones, con borde entero, presenta vellosidad en toda la lámina foliar y color verde oscuro. Primer entrenudo visible.	 <p><b>Figura 40.</b> Estadio 11/31 Fuente: elaboración propia.</p>

Código	DDS	Descripción	Figura
12/32	42	Desarrollo del segundo par de hojas verdaderas, con la presencia de las hojas cotiledonares. Segundo entrenudo perceptible.	 <p><b>Figura 41.</b> Estadio 12/32 Fuente: elaboración propia.</p>
13/33	56	Desarrollo del quinto par de hojas verdaderas, con la presencia de las hojas cotiledonares. Quinto entrenudo visible.	 <p><b>Figura 42.</b> Estadio 13/33 Fuente: elaboración propia.</p>
15/35	63	Desarrollo del octavo par de hojas verdaderas, con la pérdida de la mitad de la lámina foliar de un cotiledón. Octavo entrenudo visible.	 <p><b>Figura 43.</b> Estadio 15/35 Fuente: elaboración propia.</p>
19/39	105	Desarrollo de 12 o más hojas verdaderas desplegadas, sin presencia de hojas cotiledonares. Desarrollo de 12 o más entrenudos.	 <p><b>Figura 44.</b> Estadio 19/39 Fuente: elaboración propia.</p>

Código	DDS	Descripción	Figura
<b>Estadio principal 2. Formación de espinas y brotes laterales</b>			
21	119	Formación de espinas por el entorchamiento foliar en el tercio superior, sin presencia de las hojas cotiledonares. El proceso de entorchamiento inicia con el doblez lateral de la lámina foliar, hasta obtener una forma acicular, generando una dureza a medida del tiempo, obteniendo como resultado la generación de espinas.	 <p><b>Figura 45.</b> Estadio 21 Fuente: elaboración propia.</p>
22	133	Formación de espinas por el entorchamiento foliar en el tercio medio. En el tercio superior se presenta la formación de espinas y nuevos rebrotes.	 <p><b>Figura 46.</b> Estadio 22 Fuente: elaboración propia.</p>
23	154	Formación de espinas por el entorchamiento foliar en el tercio bajo.	 <p><b>Figura 47.</b> Estadio 23 Fuente: elaboración propia.</p>

Código	DDS	Descripción	Figura
25	231	La planta desarrolla su primer rebrote lateral de color verde oscuro, con 27 pares de hojas verdaderas trifoliadas. Se incrementa la formación de espinas en toda su estructura.	 <p><b>Figura 48.</b> Estadio 25 Fuente: elaboración propia.</p>
29	378	Presencia de 12 rebrotes axilares, con 40 pares de hojas verdaderas.	 <p><b>Figura 49.</b> Estadio 29 Fuente: elaboración propia.</p>

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la observación de las plantas para caracterizar sus cambios en una escala fenológica, se debe tener en cuenta que los cambios morfológicos involucran la respuesta a factores ambientales como la temperatura y humedad relativa. De esta manera, las plantas de retamo espinoso —bajo las condiciones ambientales de Fusagasugá, Cundinamarca— se catalogaron dentro de las fases fenológicas o fenofases (etapas de desarrollo), de tipo vegetativo —nombradas como V— cuando la planta presentó proliferación de estructuras como hojas, espinas y brotes nuevos, además de mostrar la elongación del tallo. Se debe resaltar que las plantas de retamo espinoso no ingresaron a fase reproductiva, denominada con la letra R en las fenofases, durante el lapso estudiado en esta investigación.

Las fenofases de las plantas de retamo espinoso, determinadas bajo las condiciones ambientales de Fusagasugá durante 378 DDS, fueron las siguientes:  $V_0$  germinación,  $V_1$  y  $V_3$  desarrollo de hojas y elongación del tallo y  $V_2$  formación de espinas y brotes laterales, como se observó en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Fenofases de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en un lapso de 378 dds bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca

Etapa de desarrollo	Descripción	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa (%)
$V_0$	Germinación	20,77	80,42
$V_1/V_3$	Desarrollo de las hojas (tallo principal) Elongación del tallo	20,35	82,30
$V_2$	Formación de espinas y brotes laterales	18,76	87,29

Fuente: elaboración propia.

En el desarrollo de las plantas de retamo espinoso, en la etapa  $V_0$ —que correspondió a la germinación de la semilla— se presentó el proceso germinativo que ocurrió a los 15 DDS y se extendió durante 12 días más, con un porcentaje de germinación de 15,6 %.

De acuerdo con Baeza (2001), los componentes que intervienen en la maduración de las plántulas del género *Ulex* son la temperatura y la humedad relativa y, las variaciones en temperatura pueden generar resultados positivos o negativos sobre la germinación de las semillas, bien sea disminuyendo o activando el proceso germinativo. Según Zabaleta (2007), en las especies invasoras, los cambios de temperatura promueven la terminación del estado de latencia de las semillas, estimulando la germinación, como en el caso de retamo espinoso, cuyas semillas pueden permanecer en el suelo durante décadas.

En el estudio publicado por Fajardo et ál. (2022), se encontró que las semillas de retamo espinoso son altamente viables y vigorosas, con un 98 % de viabilidad y una conductividad eléctrica de 38,51 microsiemens por centímetro cuadrado por gramo ( $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ), que confirma su alto vigor.

En las etapas  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  se evidenció que, de acuerdo con el crecimiento de las plantas en el tiempo, que inició a los 18 DDS con la emergencia del hipocótilo y la aparición de las hojas cotiledonares, siendo estas de forma ovalada, borde liso y color verde oscuro.

A los 25 DDS se manifestó la aparición del primer par de hojas verdaderas, trifoliadas, de tipo pedatisecta (hoja compuesta cuyos folíolos están divididos en segmentos estrechos y lineales), con bordes enteros, opuestas a los cotiledones y con vellosidades en la lámina foliar.

A los 42 DDS surgió el segundo par de hojas trifoliadas, opuestas al primer par de hojas verdaderas, siendo aciculares y de color verde intenso. Las plantas mostraron su tercer par de hojas verdaderas a los 56 DDS, con lo que se evidenció la formación de un par de hojas semanalmente.

Cuando la planta tenía 119 DDS, presentó 13 pares de hojas verdaderas y ocurrió el entorchamiento de las hojas verdaderas que generaron la formación de espinas y se presentaron en el tercio superior, las cuales tenían poca rigidez en sus etapas iniciales.

La pérdida de las hojas cotiledonares y el primer par de hojas verdaderas se presentó a los 133 DDS, momento en el cual la planta tenía 15 pares de hojas verdaderas. A los 154 DDS las plantas tenían 18 pares de hojas verdaderas y se evidenció el entorchamiento total de las hojas para su conversión en espinas.

Se observó que a medida que se desarrollaba el proceso de endurecimiento de las hojas para la formación de espinas, las hojas bajas se marchitaban paulatinamente. Castillo-Rodríguez (2008) afirma que el retamo espinoso es una especie heliófila, que requiere de luz directa para su crecimiento y desarrollo, por lo que las ramas inferiores que se ven expuestas al sombreado de la parte superior de la planta, de modo que sufren senescencia y mueren, lo que crea una acumulación de biomasa que la hace proclive a riesgos de incendios.

A los 161 DDS se presentó el marchitamiento en la sección inferior de las plantas, lo que causó la senescencia y pérdida de cuatro pares de hojas verdaderas.

A los 231 DDS, las plantas presentaron 27 pares de hojas y el inicio de la etapa de desarrollo V2, en la que se generó la primera rama axilar en el tercio medio de la planta. A los 280 DDS se observó la segunda formación axilar y las plantas contaban con 34 pares de hojas.

Cuando las plantas tuvieron 315 DDS, mostraron cuatro ramas axilares y 36 pares de hojas, con espinas rígidas en el tercio inferior de la planta. A los 378 DDS las plantas contaban con 40 pares de hojas verdaderas, nuevos rebrotes y formación de espinas —debido al entorchamiento foliar— y 12 ramas axilares. El consolidado de los cambios fenológicos ocurridos en las plantas de retamo espinoso, bajo las condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca, se presentó seguidamente hasta el final de la investigación (Tabla 11).

Las investigaciones realizadas por Atlan et al. (2015), y Tarayre (2007), confirman que los cambios en los ciclos fenológicos, en la zona tropical, se atribuyen

a diversos factores climáticos, aunque la heredabilidad es el factor más influyente, debido a que entre individuos de una misma población pueden mostrar un desarrollo atípico, pues al mismo tiempo, algunos pueden estar en etapa vegetativa, mientras que otros se encuentran en la etapa reproductiva.

**Tabla 11.** Cambios fenológicos ocurridos en plantas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) bajo condiciones de Fusagasugá, Cundinamarca, durante 378 dds

Tiempo de aparición (dds)	Cambio fenológico	Descripción
18	Emergencia del hipocótilo	El hipocótilo toma una curvatura con sus hojas plegadas. Las hojas cotiledonares son de forma ovalada, borde liso y color verde oscuro
25	Aparición del primer par de hojas verdaderas	El primer par de hojas verdaderas —de forma trifoliada tipo pedatisecta y borde entero— con posición opuesta a los cotiledones y presencia de vellosidades en la lámina foliar
42	Aparición del segundo par de hojas trifoliadas	El segundo par de hojas trifoliadas, opuestas al primer par de hojas, tienen una intensidad en el color verde
56	Aparición del tercer par de hojas trifoliadas	El tercer par de hojas verdaderas y se evidencia la formación de un par de hojas cada semana
119	Desarrollo de 13 pares de hojas verdaderas y generación de espinas por entorchamiento foliar	La planta tuvo un crecimiento continuo, hojas de color verde e inicio de la formación de espinas, debido al entorchamiento de las hojas, que en el tercio superior se pusieron rígidas en su conformación
133	Desarrollo de 15 pares de hojas verdaderas y pérdida de hojas cotiledonares	La planta desarrolló 15 pares de hojas verdaderas y perdió completamente las hojas cotiledonares
154	Presencia de 18 pares de hojas verdaderas y formación de espinas	Se presentaron 18 pares de hojas verdaderas y se evidenció la totalidad del entorchamiento de las hojas en todos los tercios de la planta. A medida que se desarrollaba el proceso de endurecimiento de las hojas para la formación de espinas, sucedía la pérdida de las hojas bajas
161	Marchitez de las hojas de la parte baja de la planta	Senescencia de la parte baja de las plantas y pérdida de cuatro pares de hojas verdaderas
231	Presencia de la primera rama axilar en la planta	Presencia de 27 pares de hojas y generación de la primera rama axilar en el tercio medio de la planta

Tiempo de aparición (dds)	Cambio fenológico	Descripción
280	Formación de la segunda rama axilar en la planta	Presencia de 34 pares de hojas y formación de la segunda rama axilar
315	Espinas rígidas en el tercio inferior de la planta	Presencia de cuatro ramas axilares y 36 pares de hojas, con espinas rígidas en el tercio inferior de la planta
378	Presencia de nuevos rebrotes y la formación de espinas	La planta desarrolló 12 ramas axilares, 40 pares de hojas verdaderas y gran proliferación de las espinas secundarias en la parte bajera de la planta

Fuente: elaboración propia.

Se espera que la información, resultado de la investigación aquí consignada, sea de utilidad para determinar las primeras fenofases de retamo espinoso, con el fin de ahondar mayormente en su conocimiento fisiológico, lo cual propenderá para determinar diversos tipos de manejo para disminuir su impacto en las áreas invadidas por esta planta.

## Conclusiones

En la investigación desarrollada durante 378 DDS, se encontró que las plantas de retamo espinoso se desarrollaron en la fase juvenil y no ingresaron a fase reproductiva (floración), debido a su lento crecimiento vegetativo, donde se formaron raíces, ramas, hojas y espinas, contribuyendo a la acumulación de esqueletos de carbono para su ganancia en biomasa.

Bajo las condiciones ambientales de Fusagasugá, Cundinamarca, las plantas de retamo espinoso mostraron cuatro estadios fenológicos principales correspondientes a: la germinación (estadio 0), el desarrollo de las hojas (estadio 1), la elongación del tallo (estadio 3) y la formación de espinas y brotes laterales (estadio 2), durante un lapso de 378 DDS.

Un hallazgo clave de la investigación fue la determinación del inicio de la formación de los filodios espinosos en las plantas mediante el entorchamiento foliar, observado a los 119 DDS, factor básico de reconocimiento para esta especie vegetal.

## Referencias

- Aguilar, M. (2010). *Restauración ecológica de áreas afectadas por Ulex europaeus* L. Serranía El Zuque, Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá, localidad 4 San Cristóbal, Bogotá D. C., Colombia [Tesis de Maestría en Restauración de Ecosistemas]. Universidad de Alcalá.
- Atlan, A., Hornoy, B., Delerue, F., Gonzalez, M., Pierre, J & Tarayre, M. (2015). Phenotypic plasticity in reproductive traits of the perennial shrub *Ulex europaeus* in response to shading: A

- multi-year monitoring of cultivated clones. *Conservation Biology*, 10(9), 1-13. DOI: 10.1371/journal.pone.0137500
- Baeza, M. J. (2001). *Aspectos ecológicos y técnicas de control del combustible (roza y quema controlada) en matorrales con alto riesgo de incendio, dominados por Ulex parviflorus (Pourr)* [Tesis doctoral]. Repositorio Universidad de Alicante. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc1n809>
- Broadfield, N. & McHenry, M. T. (2019). A World of Gorse: Persistence of *Ulex europeus* in Managed Landscapes. *Plants (Basel, Switzerland)*, 8(11), 523. <https://doi.org/10.3390/plants8110523>
- Castillo-Rodríguez, C. (2008). *Modelamiento de la distribución de los nichos adecuados para la invasión biológica de retamo espinoso (Ulex europeus L.) en la cuenca alta del río Bogotá, vulnerabilidad y escenarios futuros* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana. [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=3898](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3898)
- DiTomaso, J.M. (1998). The biology and ecology of brooms and gorse. *Proceedings, California Weed Science Society*, 50, 142-148.
- Fajardo, A., Fonseca, L., Gil-Clavijo, A. I., Martínez-Chiguachi, J. A. y Celis-Forero, Álvaro. (2022). Determinación de viabilidad, vigor y banco de semillas de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en un Andisol de un ecosistema de páramo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.2076>
- Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, T., Hack, H. & Stauß, R. (1997). Use of the extended BBCH scale—general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, 37, 433-441.
- Hill, R., Gourlay, A. & Barker, R. (2001). Survival of *Ulex europeus* seeds in the soil at three sites in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany NZJ Bot* 39, 235-244. 10.1080/0028825X.2001.9512734.
- Hill, R., Gourlay, A., Lee, W. & Wilson, J. (1996). Dispersal of seeds under isolated gorse plants and the impact of seed-feeding insects. *Proceedings of the New Zealand Plant Protection Conference*, 49, 114-118. 10.30843/nzpp.1996.49.11440.
- Hill, R.L. (1983). Prospects for the biological control of gorse proceedings. *New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 36, 56-58. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55561#toidentity>
- Lee, W., Allen, R. & Johnson, P. (1986). Succession and dynamics of gorse (*Ulex europeus* L.) Communities in the Dunedin Ecological District South Island New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 24, 279-292.
- Meier, U. (1997). *BBCH-Monograph, Growth Stages of Plants / Entwicklungsstadien von Pflanzen / Estadios de las Plantas / Stades De Développement des Plantes*. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag.
- Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Hess, M., Lancashire, P. D., Schnock, U., Stauss, R., Van den Boom, T., Weber, E. & Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants—history and publications. *J. Cultivat. Plants* 61, 41-52.
- Nord, E.A. & Lynch, J.P. (2009). Plant phenology: a critical controller of soil resource acquisition. *Journal of Experimental Botany* 60(7), 1927-1937. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp018>
- Parsons, W.W.T. & Cuthbertson, E.E.G. (2001). *Noxious Weeds of Australia*. Csiro Publishing, Canberra.
- Paz Pellat, F. & Casiano Domínguez, M. (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd). *Terra Latinoamericana*, 36(4), 393-409.
- Puentes, A. & Basanta, M. (2009). Architecture of *Ulex europeus*: Changes in the vertical distribution of organs in relation to plant height and season. *Journal of Vegetation Science*. 13, 793-802. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2002.tb02109.x

- Rolston, M.P. & Talbot, J. (1980). Soil temperatures and regrowth of gorse burnt after treatment with herbicides. *N. Z. J. Exp. Agric.* 8, 55–61.
- Schwartz, M.D. (ed). (2003). *Phenology: An Integrative Environmental Science. Tasks for Vegetation Science*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.
- Tang, J., Körner, C., Muraoka, H., Piao, S., Shen, M., Thackeray, S.J. & Yang, X. (2016). Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. *Ecosphere*, 7(8),1-17 e01436. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1436>
- Tarayre, M., Bowman, G., Schermann, A., Barat, M. y Atlan, A. (2007). Fenología de la floración de *Ulex europeus*: consecuencias ecológicas de la variación dentro y entre poblaciones. *Evolutionary Ecology*, 21(3), 395-409. 10.1007/s10682-006-9109-9
- Valencia, E., Méndez, M., Saavedra, N. & Maestre, F.T. (2016). Plant size and leaf area influence phenological and reproductive responses to warming in semiarid Mediterranean species. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 21, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2016.05.003>
- Wolkovich, E. & Ettinger, A. (2014). Back to the future for plant phenology research. *The New phytologist*, 203, 1021-1024. 10.1111/nph.12957.
- Zabaleta A. (2007). Caracterización horizontal y vertical de los bancos de semillas germinables de *Ulex europeus* L. (*Fabaceae*) en parches de diferentes tamaños en el Embalse de Chisacá. Localidad de Usme. Bogotá. En O. Vargas y Grupo de Restauración Ecológica (Eds.), *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá* (pp. 1- 516). Universidad Nacional de Colombia.



**Figura 50.** Macroconidias de *Fusarium* sp. aisladas a partir de retamo espinoso  
Fuente: elaboración propia.

## Identificación de hongos asociados al retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en tres municipios de Cundinamarca

**JENNY PAOLA MORENO LÓPEZ<sup>1</sup>**  
**ANYELA PATRICIA GAUIDÍA GÓMEZ<sup>2</sup>**  
**KAREN LORENA HERRERA DELGADO<sup>3</sup>**  
**JULIET ANDREA CLAVIJO GIRALDO<sup>4</sup>**  
**ODAIR ANDRADE ANDRADE<sup>5</sup>**

- 1 <https://orcid.org/0000-0002-0094-8796> - jpmoreno@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.
- 2 <https://orcid.org/0000-0002-3107-6046> - aguaidia@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
- 3 <https://orcid.org/0000-0003-3592-5006> - klherrera@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
- 4 <https://orcid.org/0000-0003-3315-3583> - juliethaclavijo@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
- 5 <https://orcid.org/0000-0003-3740-6234> - oandrade@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

■ El impacto en los ecosistemas a los que llega una especie invasora es una de las principales amenazas que afecta la biodiversidad. Según Minciencias (2016), Colombia es el segundo país con la mayor biodiversidad biológica en el mundo. La biodiversidad juega un papel fundamental dentro de la riqueza económica de un país —ya que esta contribuye a la seguridad alimentaria y a la salud de la humanidad—, pero se ve amenazada por múltiples actividades humanas como la expansión de la frontera agrícola, la deforestación (Agudelo-Hz et ál., 2019; Clerici et ál., 2019), la contaminación, la sobreexplotación de recursos naturales, la degradación y la pérdida del hábitat, así como la introducción de especies invasoras (Pérez, 2020). Se considera una especie invasora a aquella que no pertenece al ecosistema en donde fue introducida y que ocasiona desplazamiento de especies nativas o que afectan el funcionamiento de algún miembro de dicho ecosistema; también se caracterizan por tener una alta tasa reproductiva y de dispersión (Amaya y Rengifo, 2010; Ramírez et ál., 2019).

El retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*) está en el rango de las 10 especies invasoras con mayor impacto en el territorio nacional, aunque no se conoce con exactitud su introducción al territorio colombiano, se reconoce su presencia desde hace 50 años y actualmente, se distribuye en diversos ecosistemas como los páramos, en los que son una amenaza para los frailejones (Figura 51). La rápida y eficiente dispersión de retamo espinoso hace que cause afectaciones a los ecosistemas de páramo, al desplazar, impedir el crecimiento y limitar el establecimiento y desarrollo de las

**Figura 51.** Retamo espinoso creciendo junto a frailejones (*Espeletia sp.*) en la vereda Romeral, municipio de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 52.** Plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) que fueron quemadas junto a otras que brotaron después  
Fuente: elaboración propia.

plantas nativas en áreas transformadas o en producción (CAR, 2017), en ecosistemas nativos, en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (Galappaththi et ál., 2021). Las prácticas realizadas por los habitantes para el control de retamo espinoso incluyen quemados o incendios, pero estas no han sido efectivas para controlar la invasión (Figura 52).

El desconocimiento de los microorganismos que conviven con el retamo espinoso llevó a investigar acerca de los hongos relacionados con esta planta y si presentan algún grado de patogenicidad. Quedan muchos aspectos por revisar —como las interacciones que podrían tener estos con las especies vegetales del páramo— ya que en el mundo son escasos los reportes de la microbiota que convive dentro o

sobre esta especie vegetal, por tal razón, este trabajo está enfocado en el reconocimiento de los hongos fitopatógenos que afectan al retamo espinoso (*U. europeaus* L.) en las zonas del páramo del Sumapaz, que se encuentran en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca.

### Ubicación de las plantas y colecta

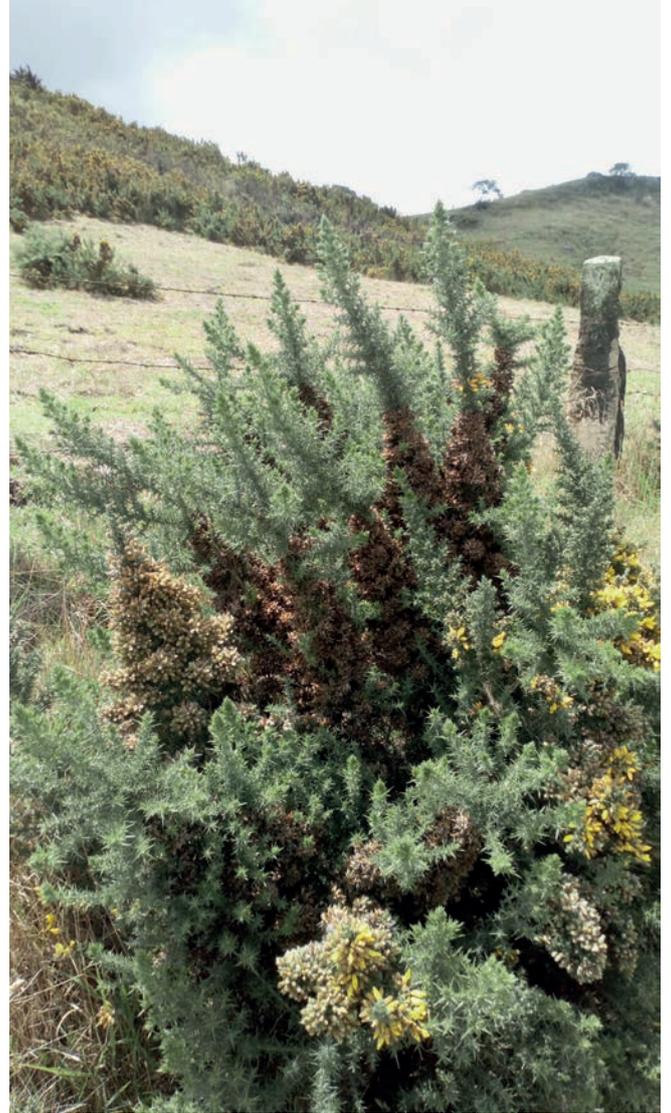
Se ubicaron parches de retamo espinoso (*U. europeaus* L.) en diferentes veredas de los municipios de Sibaté, Pasca y Soacha, Cundinamarca, mediante visitas a las zonas de estudio (Figuras 53 a 58). Una vez realizado el reconocimiento del ecosistema y de tener la ubicación, se recorrió cada una de las zonas, en las que se trazaron transectos de 10 m, en la búsqueda de plantas en las que se observaran alteraciones. Una vez localizada la planta, se procedió a hacer un registro fotográfico y tomar datos del lugar, luego, se recolectó la muestra —con ayuda de machetes y tijeras de podar desinfectadas previamente con alcohol al 70 % o yodopovidona— que se envolvieron en papel de estraza o *kraft* y se guardaron dentro de bolsas de cierre hermético para ser transportadas al laboratorio de microbiología de la Universidad de Cundinamarca.



**Figura 53.** Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Las Delicias, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera municipal  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 54.** Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Usabá, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a orillas de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 55.** Paisaje rural del municipio de Sibaté, vereda Romeral, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.

**Figura 56.** Paisaje rural del municipio de Pasca, vereda desconocida uno, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 57.** Paisaje rural del municipio de Pasca, vereda desconocida dos, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.

**Figura 58.** Paisaje rural del municipio de Soacha, vereda Alto de la Cabra, donde se observan algunos parches de retamo espinoso a las orillas de la carretera veredal  
Fuente: elaboración propia.



## Aislamiento de hongos

Se seleccionaron muestras con síntomas representativos, estos se llevaron a la cámara de flujo laminar para realizar cortes de tejido foliar y del tallo, obteniendo explantes de 0,5 a 1 cm, los cuales fueron desinfectados con alcohol etílico al 70 % e hipoclorito de sodio al 2,5 %, cada uno durante treinta segundos y luego, se enjuagaron con agua destilada estéril por un minuto. Para la siembra se usó el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), suplementado con cloranfenicol (0,05 g·L<sup>-1</sup>) y se llevó a incubación a 27 °C.

## Identificación morfológica y molecular de los aislamientos

Una vez se obtuvieron colonias puras, se observaron las características morfológicas en el microscopio y se compararon con imágenes y descripciones de claves taxonómicas, por lo que se logró identificar el nivel de género de los diferentes hongos aislados (Moreno y Ariza, 2020), de los que se hicieron cultivos monospóricos de cada aislamiento. La identificación molecular se llevó a cabo en el laboratorio de genética molecular de Agrosavia – Tibaitatá, Colombia, donde se extrajo ácido desoxirribonucleico (ADN) de los cultivos fúngicos puros para lo que se utilizó el kit Quick-DNA™ Fungal/Bacterial Miniprep (Zymo research®), según instrucciones del fabricante.

Para la reacción en cadena de la polimerasa, se utilizaron cebadores de espaciadores transcritos internos [ITS4 5′- GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG -3′ e ITS5 5′- TCCTCCGCTTATTGATATGC -3′] (White et ál., 1990). En el caso del género *Fusarium*, adicionalmente, se utilizaron cebadores de factor de elongación [TEF1 5′- ATGGGTAAGGAAGACAAGAC – 3′ y TEF2 5′- GGAAGTACCA-GTGATCATGTT – 3] (Leyva-Mir et ál., 2018). Cada gen contenía: 0,5 µL de Buffer, 0,2 µL de los cebadores, 1 unidad de Taq – polimerasa, 1,1 µL DNTP's, 2 µL de DNA, 2,2 µL de agua (Volumen total de 6,5 µL) para la mezcla de amplificación en cada muestra que, posteriormente, fue llevada al termociclador. El programa de amplificación fue: 1 ciclo de 94 °C durante tres minutos; 35 ciclos de 94 °C/30 segundos; 52 °C/30 segundos; 72 °C/30 segundos y, un ciclo final de extensión de 72 °C durante siete minutos. Los productos de reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) fueron secuenciados y las secuencias obtenidas se compararon con las reportadas en el GenBank o Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI, por sus siglas en inglés), para confirmar la identidad de los hongos.

## Pruebas de patogenicidad

Se inocularon las plantas sanas de entre 10 a 12 meses de edad, colectadas en Sibaté, Cundinamarca, mediante el depósito de micelio —que consiste en realizar punciones con una aguja estéril, tomando micelio para ponerlos sobre las hojas y

los tallos, previamente marcados, para hacer el seguimiento del desarrollo de los síntomas— en los órganos aéreos, de donde se aislaron los hongos. Así mismo, para evaluar la patogenicidad de los hongos aislados de la raíz, se prepararon suspensiones de  $1 \times 10^6$  conidias.ml<sup>-1</sup>, las cuales se adicionaron en el suelo, previamente esterilizado, y posteriormente, se sembraron las plantas.

Con cada hongo aislado se inocularon seis plantas de las cuales tres se dejaron en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Cundinamarca —a una temperatura y humedad relativa promedio de 22 °C y 71 % respectivamente— y las otras tres se llevaron a la vereda San Raimundo del municipio de Granada, Cundinamarca —a una temperatura y humedad relativa promedio de 16 °C y 82 %—.

## Resultados

Síntomas observados en el retamo espinoso (*U. europaeus* L.), a partir de los hongos

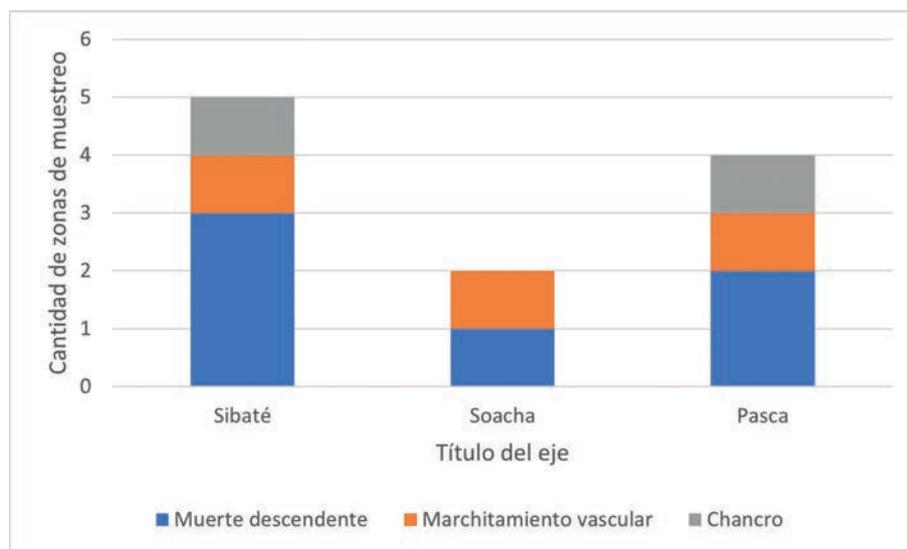
El síntoma que se encontró en todas las zonas de muestreo fue la muerte descendente: el marchitamiento vascular aparece en los tres municipios, pero no en todas las veredas — Romeral de Sibaté, Alto de la Cebra de Soacha y la vereda desconocida uno de Pasca— y el chancro solo se encontró en dos puntos de muestreo — en la vereda Usabá en Sibaté y en la vereda desconocida dos de Pasca—.

Los síntomas encontrados fueron marchitamiento de la planta, chancros en tallos y muerte descendente: desde el extremo de las espinas, hasta el tallo (Tabla 12).

**Tabla 12.** Síntomas de enfermedad encontrados en las zonas de muestreo y colecta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.)

Municipio	Síntomas encontrados	Altura s. n. m. donde se encontraron las plantas	Temperatura al momento del muestreo
Sibaté (Las Delicias)	Muerte descendente	2850 m s. n. m.	13,6 °C
Sibaté (Usabá)	Muerte descendente Chancro	3198 m s. n. m.	13,6 °C
Sibaté (Romeral)	Muerte descendente Marchitamiento vascular	3323 m s. n. m.	11,9 °C
Soacha (Alto de la Cebra)	Muerte descendente Marchitamiento vascular	3455 m s. n. m.	12,3 °C
Pasca (Vereda desconocida uno)	Marchitamiento vascular Muerte descendente	2712 m s. n. m.	12,7 °C
Pasca (Vereda desconocida dos)	Chancro		

Fuente: elaboración propia.



**Figura 59.** Cantidad de zonas de muestreo donde se encontraron las plantas sintomáticas  
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta la descripción de los síntomas encontrados en plantas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) en las zonas de muestreo.

### Marchitamiento vascular

Se evidenció una clorosis en las hojas bajas que asciende desde la base de la planta hasta el ápice de esta. Se observó la disminución del tamaño de las hojas, a medida que crece la planta. Las plantas colapsaron, lo que generó una necrosis, al inicio, de forma ascendente y luego, de manera generalizada (Figuras 60 y 61).

**Figura 60.** Planta de retamo espinoso (*U. europeus* L.) mostrando síntomas de marchitamiento vascular  
Fuente: elaboración propia.



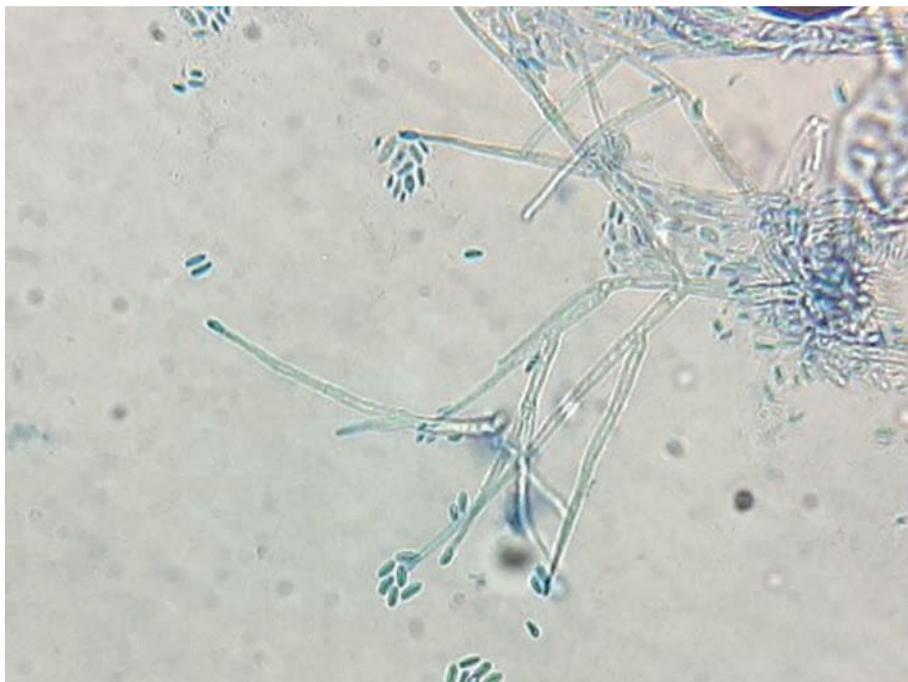


**Figura 61.** Planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) mostrando síntomas de marchitamiento vascular  
Fuente: elaboración propia.

A partir de las plantas que presentaron este síntoma, se realizó un aislamiento para la obtención posterior de cultivos puros (Figura 62) en los que se identificó el género *Fusarium* (Figura 63). Al comparar las secuencias de este aislamiento con las reportadas en el GenBank hubo una coincidencia del 97,2 % de similitud con *Fusarium oxysporum*.



**Figura 62.**  
Colonia del género *Fusarium*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 63.** Microconidias y conidióforos de *Fusarium* sp.  
Fuente: elaboración propia.

## Chancro

En el tallo se pueden ver lesiones hundidas o deprimidas, de color marrón claro denominadas chancros (Figuras 64 a 66). A partir de esta lesión se aisló el género fúngico *Alternaria* (Figuras 67 y 68), pero no se logró la identificación a nivel de especie.



**Figura 64.** Tallo de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) con chancro  
Fuente: elaboración propia.



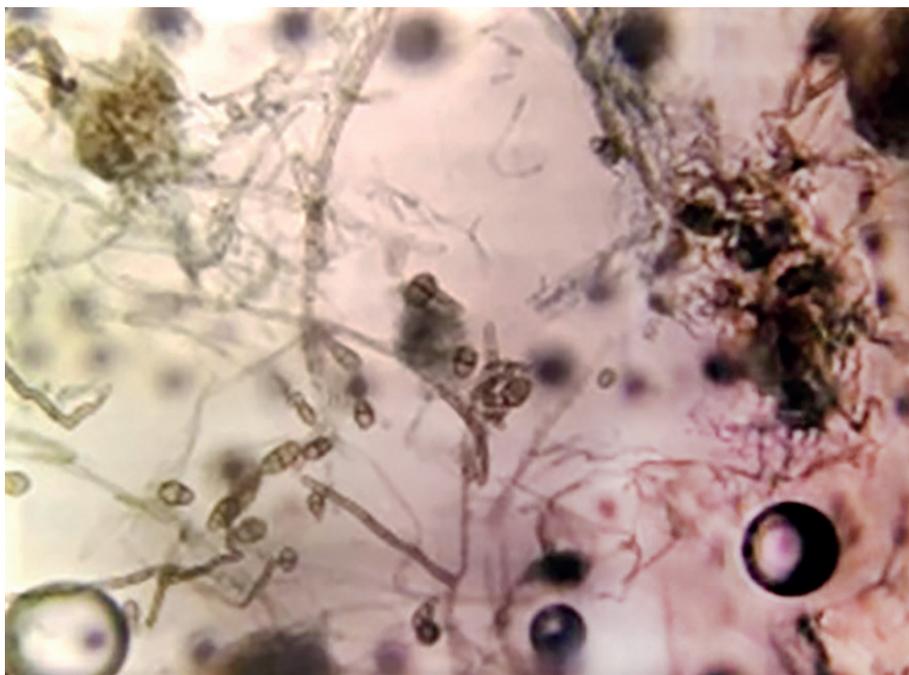
**Figura 65.** Tallo de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) con chancro  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 66.** Tallo de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) con chancro  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 67.** Colonia del género *Alternaria*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 68.** Conidias de *Alternaria* sp.  
Fuente: elaboración propia.

### Muerte descendente

Inicialmente, se presentó una clorosis en las hojas de la planta, cuya ubicación —en las hojas de los tercios superiores— puede ser parcial localizada (Figura 69) o generalizada en las puntas de todas las hojas (Figura 70), sin que haya evidencia de pérdida de turgencia. Posteriormente, se observó la aparición de lesiones necróticas, de color pajizo, que inició en el ápice de la hoja primaria (Figura 71),

descendiendo por las ramas hasta llegar al tallo. Entre las zonas afectadas y las zonas sanas se observó una clorosis, las hojas más cercanas al extremo apical presentaron un color más oscuro, lo que indicó que puede tratarse de lesiones más viejas (Figuras 72 a la 74).



**Figuras 69.** Planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) mostrando síntomas de clorosis localizada  
Fuente: elaboración propia.



**Figuras 70.** Planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) mostrando síntomas de clorosis generalizada  
Fuente: elaboración propia.



**Figuras 71.** Planta de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) mostrando síntomas de clorosis generalizada, con inicio de aparición de lesiones necróticas  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 72.** Hojas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) presentando necrosis en las hojas  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 73.** Hojas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) presentando muerte descendente  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 74.** Hojas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) presentando muerte descendente  
Fuente: elaboración propia.

A partir de esta lesión se aislaron e identificaron los géneros: *Fusarium* con colonias de color beige en el anverso y a nivel microscópico presencia macroconidias multicelulares con septos transversales (Summerell et al., 2003) (Figuras 75 y 76); *Aspergillus* cuyas colonias son de color verde oliváceo y a nivel microscópico presentan conidióforos con una vesícula terminal del que se desprenden fiáldes sobre las que crecen conidias redondas (Kahn et al., 2020) (Figuras 77 y 78); *Nigrospora* con colonias lanudas, blancas con puntos negros hacia el centro y a nivel microscópico se observan conidias oscuras y globosas que nacen en una vesícula hialina en la punta del conidióforo (Wang et al., 2017) (Figuras 79 y 80); y *Alternaria* cuya colonias son blancas y con el tiempo se van tornando café y a nivel microscópico presenta conidias globosas con septos transversales y longitudinales (Lawrence et al., 2016) (Figuras 81 y 82). Al comparar las secuencias obtenidas con las reportadas en el GenBank se encontró un 99 % de similitud con: *Fusarium avenaceum*, *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus* y *Nigrospora sphaerica*, respectivamente.



**Figura 75.** Colonia de *Fusarium* sp.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 76.** Macroconidias del género *Fusarium*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 77.** Colonia *Aspergillus* sp.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 78.** Conidias y conidióforo del género *Aspergillus*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 79.** Colonia *Nigrospora* sp.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 80.** Conidias del género *Nigrospora*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 81.** Colonia *Alternaria* sp.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 82.** Conidia e hifa del género *Alternaria*  
Fuente: elaboración propia.

Con los aislamientos obtenidos, se realizaron pruebas de patogenicidad en los que se encontró que los síntomas que se lograron reproducir fueron el marchitamiento vascular —en plantas inoculadas con *F. oxysporum*— (Figura 83); el chancro —en tallos inoculado con *Alternaria* sp.— (Figura 84); una clorosis, seguida de una necrosis (Figura 85) y posterior, muerte descendente (Figura 86) en plantas inoculadas con *F. avenaceum*. Las plantas inoculadas con los hongos *A. flavus* y *N. sphaerica* no mostraron ningún síntoma (Tabla 13). Las plantas que se mantuvieron en el municipio de Granada se enfermaron en menor tiempo, probablemente porque las condiciones de temperatura y humedad relativa son más parecidas a las de las zonas de colecta.

**Tabla 13.** Síntoma reproducido en las plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) por los hongos inoculados

Hongo inoculado	Síntomas en plantas inoculadas
<i>F. oxysporum</i>	Marchitamiento vascular
<i>Alternaria</i> sp.	Chancro
<i>F. avenaceum</i>	Muerte descendente
<i>A. flavus</i>	No se presentaron síntomas
<i>N. sphaerica</i>	No se presentaron síntomas

Fuente: elaboración propia.



**Figura 83.** Marchitamiento vascular en plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) inoculadas con *F. oxysporum*  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 84.**  
Plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) inoculadas con *Alternaria* sp., que mostraron síntomas iniciales de chancro  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 85.** Plantas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) inoculadas con *F. avenaceum*, que mostraron clorosis y necrosis  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 86.** Plantas de retamo espinoso (*U. europeus* L.) inoculadas con *F. avenaceum*, que mostraron muerte descendente  
Fuente: elaboración propia.

## Discusión

Los hongos asociados a las plantas pueden presentar diferentes interacciones con su hospedero, de las cuales hay dos que se destacan: la patogenicidad y el beneficio. En algunos casos se desconoce la función de los hongos, porque pareciera que pueden convivir con la planta sin afectarla, como en el caso de los endófitos (Bolívar et ál., 2021).

En este estudio se encontraron los hongos *F. oxysporum*, *F. avenaceum* y *Alternaria* sp. como fitopatógenos y a *A. flavus* y *N. spaherica* como endófitos en retamo espinoso (*U. europeus* L.). A pesar de que son pocos los reportes sobre el estudio de hongos en esta especie vegetal existen algunas investigaciones en las que se describen síntomas similares a los encontrados en el muestreo, como por ejemplo, en Nueva Zelanda, donde a partir de plantas con muerte descendente, se aislaron los hongos: *Ascochyta ulicis*, *Nectria ochroleuca*, *Pestalotiospsis* sp., *Phomopsis* sp., *Stemphylium botryosum*, *Septoria* sp. y *Fusarium avenaceum* —este último también fue encontrado en la presente investigación. Por otro lado, Wall (1994), y Prasad (1996) reportaron plantas con muerte descendente en Canadá, en las que se

identificaron los hongos *Chondrostereum purpureum* y a *Fusarium tumidum* —este último fue encontrado con mayor frecuencia y se propuso como un bioherbicida para el manejo de esta arvense— (Fröhlich et ál., 2000; Bourdôt et ál., 2006; Heer et ál., 2006; Yamoah et ál., 2008; Broadfield y McHenry, 2019).

Para el caso de plantas con marchitamiento se reportaron los hongos: *Gibberella baccata*, *Verticillium dahliae* (Johnston 1990; Johnston et ál., 1995). Herrera et ál. (2021), encontraron en áreas rurales de Chile, a los hongos endófitos de raíces de plantas sanas a: *Fusarium acuminatum*, *Purpureocillium lilacinum* y *Acremonium alternatum*. Ahora bien, no se encontraron reportes de hongos aislados a partir de chancros en retamo espinoso.

Algunos hongos del género *Fusarium*, como el complejo de especies *F. oxysporum*, ha sido encontrado en las zonas de páramo —cercanas a las áreas de muestreo de esta investigación—, en plantas de frailejones (*Espeletia* sp.) (Burbano-Girón et ál., 2020), en las que es un patógeno que causa marchitamiento vascular en esta planta y en múltiples especies cultivadas, pues el suelo su hábitat regular (Edel y Lecomte, 2019). El hongo *F. avenaceum*, que tiene un amplio rango de hospederos, y llega a infectar todos los tejidos de la planta, de las cuales, una de las reportadas son los cereales (Pollard y Okubara, 2019).

Sin embargo, se han encontrado estudiados en los que el hongo *N. spaherica* actúa como agente de biocontrol en diferentes ornamentales, frutales, hortalizas y plantas silvestres, dada su característica endofítica (Mmbaga et ál., 2018; Zakaria y Aziz, 2018; Supaphon y Preedanon, 2019; Gautam et ál., 2022). De igual modo, se encontró como endófito de plantas de frailejón a *Nigrospora oryzae* (Miles et ál., 2012). Así mismo, se ha encontrado que el hongo *A. flavus* es endófito de plantas como el tomate —al participar en la promoción del crecimiento— (Abdel-Motaal et ál., 2020), también de la soja y el girasol (Hamayun et ál., 2019), pero es un fitopatógeno en plantas como el maíz (Li et ál., 2021).

Vélez et ál. (2023) realizaron un estudio de comunidades microbianas en suelos con diferentes elevaciones, de entre los 1000 y 3800 m s. n. m. en los que encontraron que los hongos de *phylum Ascomycota* eran más abundantes a medida que aumentaba la altitud. Los géneros *Fusarium*, *Aspergillus* y *Nigrospora* (pertenecientes a *Ascomycota*) fueron aislados en muestras de todas las altitudes evaluadas, incluyendo la zona más alta, que corresponde con la del Distrito Regional de Gestión Integrada, páramo Las Domínguez, en el Valle del Cauca donde realizaron el estudio.

## Conclusiones

Este trabajo contribuye al conocimiento de microorganismos endófitos y patógenos de retamo espinoso en Colombia. Se encontraron diferentes hongos asociados a esta planta, algunos de ellos son fitopatógenos —que pueden tener potencial como

biocontroladores de esta arvense—, aunque se debe investigar si estos pueden tener efectos adversos sobre la flora de las zonas donde se registra la invasión de retamo espinoso, ya que, se generaría un problema mayor en un ecosistema muy frágil.



**Figura 87.** Planta de retamo espinoso (*U. europeus* L.) mostrando los síntomas iniciales de la muerte descendente en Soacha, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Abdel-Motaal, F., Kamel, N., El-Zayat, S. y Abou-Ellail, M. (2020). Early blight suppression and plant growth promotion potential of the endophyte *Aspergillus flavus* in tomato plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.07.001>
- Agudelo-Hz, W. J., Urbina-Cardona, N. y Armenteras-Pascual, D. (2019). Critical shifts on spatial traits and the risk of extinction of Andean anurans: an assessment of the combined effects of climate and land-use change in Colombia. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(4), 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.11.002>
- Amaya-Villarreal, Á. M. y Renjifo, L. M. (2010). Efecto de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) sobre las aves de borde en un bosque altoandino. *Ornitología Colombiana*, 10, 11-25.
- Bolívar-Anillo, H. J., Abdellah, E., da Silva Lima, G., Izquierdo-Bueno, I., Moraga, J. & dos Santos, G. F. (2021). Endophytic Fungal Community Associated with Colombian Plants. In L. H. Rosa (ed.), *Neotropical Endophytic Fungi: Diversity, Ecology, and Biotechnological Applications* (pp. 93-108). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-53506-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53506-3_5)
- Bourdôt, G. W., Barton, J., Hurrell, G. A., Gianotti, A. F. y Saville, D. J. (2006). *Chondrostereum purpureum* and *Fusarium tumidum* independently reduce regrowth in gorse (*Ulex europaeus*). *Biocontrol science and technology*, 16(3), 307-327. <https://doi.org/10.1080/09583150500532014>
- Broadfield, N. y McHenry, M. T. (2019). A world of gorse: persistence of *Ulex europaeus* in managed landscapes. *Plants*, 8(11), 523. <https://doi.org/10.3390/plants8110523>

- Burbano-Figueroa, O., Benítez-Arteaga, A. J., Flórez Casanova, C.A., Salazar-González, C. y Lagos Mora, L.E. (2020). Decline and death of *Espeletia* species in the tropical alpine ecosystem of the Northern Andes: conceptual model. *AgriRxiv*, 1-26. <https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2020.00003>
- Clerici, N., Salazar, C., Pardo Díaz, C., Jiggins, C. D., Richardson, J. E. y Linares, M. (2019). Peace in Colombia is a critical moment for Neotropical connectivity and conservation: Save the northern Andes–Amazon biodiversity bridge. *Conservation Letters*, 12(1), e12594. <https://doi.org/10.1111/conl.12594>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2017). *Diagnóstico para la formulación de plan de manejo e implementación de una acción para las especies de retamo espinoso (*Ulex europeaus*) y retamo liso (*Genista monspessulana*) en la jurisdicción car*, Bogotá, D.C. Convenio de Cooperación en Ciencia y Tecnología. Bogotá. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b451cdbc039.pdf>
- Edel-Hermann, V. y Lecomte, C. (2019). Current Status of *Fusarium oxysporum* formae speciales and races. *Phytopathology*, 109(4), 512-530. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-18-0320-RVW>
- Fröhlich, J., Zabkiewicz, J., Gianotti, A., Ray, J., Vanner, A., Liu, Z. & Gous, S. (2000). Field evaluation of *Fusarium tumidum* as a bioherbicide against gorse and broom. *New Zealand Plant Protection*, 53, 59–65. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2000.53.3650>
- Galapaththi, H. S., de Silva, W. A. y Clavijo McCormick, A. (2022). A mini-review on the impact of common gorse in its introduced ranges. *Tropical Ecology*, 64(1) 1-25. <https://doi.org/10.1007/s42965-022-00239-9>
- Gautam, V. S., Nishad, J. H., Kumari, P., Singh, A., Verma, S. K., Sharma, V. K., ... y Kharwar, R. N. (2022). Isolation and functional characterization of a fungal plant symbiont *Nigrospora sphaerica*, associated to *Euphorbia hirta* L. *Indian Phytopathology*, 75(2) 1-11. <https://doi.org/10.1007/s42360-022-00465-0>
- Hamayun, M., Hussain, A., Afzal Khan, S., Iqbal, A. y Lee, I. J. (2019). *Aspergillus flavus* promoted the growth of soybean and sunflower seedlings at elevated temperature. *BioMed research international*, <https://doi.org/10.1155/2019/1295457>
- Herrera, H., Fuentes, A., Ortiz, J., Soto, J., Valadares, R. V. D. S., Salas, C. y Arriagada, C. (2021). *Early Growth Stage Root-Associated Endophytes Isolated From Ulex europeaus L. (Fabaceae) Colonizing Rural Areas in South-Central Chile*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-790842/v1>
- Johnston, P. R. (1990). Potential of fungi for the biological control of some New Zealand weeds. *N.Z. J. Agric. Res.* 33, 1–14. <https://doi.org/10.1080/00288233.1990.10430655>
- Johnston, P. R., Parkes, S. L. and Broadhurst, P. G. (1995). Fungi associated with gorse and broom in New Zealand. *Australasian Plant Path.* 24, 157–167. <https://doi.org/10.1071/APP9950157>
- Leyva-Mir, S. G., Gutiérrez-Salazar, J. D., Camacho-Tapia, M., Aguilar-Pérez, L. A., García-López, E. y Tovar-Pedraza, J. M. (2018). *Fusarium oxysporum*, agente causal de la marchitez de estevia en Veracruz, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 245-250. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.863>
- Li, H., Kang, X., Wang, S., Mo, H., Xu, D., Zhou, W. y Hu, L. (2021). Early detection and monitoring for *Aspergillus flavus* contamination in maize kernels. *Food Control*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107636>
- Miles, L. A., Lopera, C. A., González, S., de García, M. C., Franco, A. E. & Restrepo, S. (2012). Exploring the biocontrol potential of fungal endophytes from an Andean Colombian Páramo ecosystem. *BioControl*, 57, 697-710. <https://doi.org/10.1007/s10526-012-9442-6>

- Minciencias. (2016). *Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo*. [https://Minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo#:~:text=El%20pa%C3%ADs%20ocupa%20el%20segundo,la%20diversidad%20de%20sus%20ecosistemas](https://Minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo#:~:text=El%20pa%C3%ADs%20ocupa%20el%20segundo,la%20diversidad%20de%20sus%20ecosistemas).
- Mmbaga, M. T., Gurung, S. & Maheshwari, A. (2018). Screening of plant endophytes as biological control agents against root rot pathogens of pepper (*Capsicum annum* L.). *J. Plant Pathol. Microbiol*, 9(3) 1-8. <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000435>
- Moreno, J. y Ariza, C. (2020). Procedimientos de laboratorio para la búsqueda de hongos formadores de micorrizas y microorganismos endófitos en orquídeas. En *Metodologías de muestreo y procedimientos en laboratorio para investigaciones en orquídeas presentes en la región del Sumapaz – Colombia* (pp. 48-57). Editorial de la Universidad de Cundinamarca.
- Pérez, J. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de la asociación colombiana de ciencias biológicas*, 1(32), 183-198. <https://doi.org/10.47499/revistaacsb.v1i32.219>
- Pollard, A. y Okubara, P. (2019). Real-time PCR quantification of *Fusarium avenaceum* in soil and seeds. *Journal of microbiological methods*, 157, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2018.12.009>
- Prasad, R. (1996). Development of bioherbicides for integrated vegetation management in forestry. Proc. II Intl. *Weed Control Cong.* 4, 1197–1203. Dept. Pesticide Ecology, Flakkenberg, Denmark.
- Ramírez, M., Díaz, J., Mandujano, M., Guerrero, O., Golubove, J. y Martínez, A. J. (2018). Educar para prevenir: los visitantes no deseados y ¿qué son las especies invasoras? *Revista Eduscientia. Divulgación de la ciencia educativa*, 1(2), 94-116.
- Supaphon, P. & Preedanon, S. (2019). Evaluation of in vitro alpha-glucosidase inhibitory, antimicrobial, and cytotoxic activities of secondary metabolites from the endophytic fungus, *Nigrospora sphaerica*, isolated from *Helianthus annuus*. *Annals of Microbiology*, 69(13), 1397-1406. <https://doi.org/10.1007/s13213-019-01523-1>
- Vélez, G., Reyes, W., Duque, J., Rugeles, P., Muñoz, J. y López, D. (2023). Soil bacteria and fungi communities are shaped by elevation influences in Colombian forest and estau natural ecosystems. *International Microbiology*, 26(4) 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10123-023-00392-8>
- Wall, R. E. (1994). Biological control of red alder using stem treatments with the fungus, *Chondrostereum purpureum*. *Can. J. For. Res.* 2, 1527–1530. <https://doi.org/10.1139/x94-199>
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. J. W. T. y Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR protocols: a guide to methods and applications*, 18(1), 315-322.
- Yamoah, E., Jones, E. E., Bourdôt, G. W., Suckling, D. M., Weld, R. J. y Stewart, A. (2008). Factors influencing pathogenicity of *Fusarium tumidum* on gorse (*Ulex europaeus*). *Biocontrol Science and technology*, 18(8), 779- 792. <https://doi.org/10.1080/09583150802340298>
- Zakaria, L. y Aziz, W. N. W. (2018). Molecular identification of endophytic fungi from banana leaves (*Musa* spp). *Tropical Life Sciences Research*, 29(2), 201. <https://doi.org/10.21315/tlsr2018.29.2.14>





**Figura 88.** Relicto de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) en la zona de muestreo de la artropofauna asociada  
Fuente: elaboración propia.

## Identificación de la artropofauna del suelo asociada al retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

**JULIANA ANDREA MARTÍNEZ CHIGUACHI<sup>1</sup>**  
**ERIKA KATERINA ROMERO GONZÁLEZ<sup>2</sup>**  
**JADER YEDFREY RODRÍGUEZ VELÁSQUEZ<sup>3</sup>**

- 
- 1 <https://orcid.org/0000-0002-5765-0763> - juliandreamartinez@hotmail.com - Investigadora Ph.D externa
  - 2 <https://orcid.org/0009-0004-7264-0178> - ekromero@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
  - 3 <https://orcid.org/0000-0003-4474-5402> - jyedfreyrodriguez@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

■ El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) presenta una alta capacidad de adaptabilidad, así como de reproducción sexual y asexual (Moure et ál., 2001; Udo et ál., 2017), sumada a la permanente floración y producción de semillas con mayor potencial de viabilidad, lo que le permite ocupar grandes extensiones de terreno y desplazar a especies nativas, mientras altera las condiciones del suelo (Vargas et ál., 2009; Zabaleta y Vargas, 2008).

Entre los diferentes cambios que pueden generar las plantas invasoras en el ecosistema, se encuentra la alteración en la composición del suelo, el ciclo de los nutrientes, así como las comunidades de microorganismos edáficos —cambios que finalmente favorecen a la planta invasora y que afectan negativamente a las plantas nativas—, debido a que el papel que desempeña la microbiota edáfica en la estructura y dinámica de la vegetación, según diversos estudios (Lorenzo y Rodríguez, 2014; Rojas, 2020).

Algunas de las formas en las que la planta invasora de retamo espinoso afecta la edáfica del ecosistema, consisten en que impide que llegue el agua de lluvia al suelo e inhibe la germinación de semillas de especies nativas, en parte gracias a la densa cubierta y a la sombra que produce (Baptiste et ál., 2010). Además de lo anterior, el retamo espinoso logra modificar el suelo en el que hace presencia, porque genera altas cantidades de residuos de difícil descomposición, causando acidificación, sequía y mayor densidad en el suelo (Velásquez y Viancha, 2021). Estas son solo algunas de las formas en las que esta planta invasora afecta la edáfica —pues es una de las especies más agresivas, invasoras y dañinas que tiene el ecosistema alto Andino de Colombia—, lo que genera una disminución de provisión de agua para las especies nativas en zonas afectadas como los páramos (CAR, 2018).

Los artrópodos presentes en el suelo cumplen funciones básicas para la formación de este, pues están implicados en la descomposición de material vegetal, contribuyen al ciclo de nutrientes, transportan y dispersan esporas. Algunos de los órdenes más comunes de artrópodos son Acari y Collembola, catalogados como bioindicadores de la calidad del suelo por ser sensibles a las perturbaciones o cambios que se presentan en el hábitat (González et ál., 2017). El orden Collembola tiene distribución mundial: algunos reportes incluyen su presencia en la Antártida; se conocen alrededor de 7500 especies, y en Colombia se han reportado 42 géneros y 16 familias —en condiciones adecuadas— se pueden encontrar hasta 10.000 individuos por metro cuadrado (Ospina et ál., 2003; 2009). Estos organismos son sensibles a los cambios de temperatura y humedad —esta última es un factor determinante, ya que los índices de poblaciones pueden aumentar o disminuir según el porcentaje de humedad— y tienen la capacidad de movilizarse cuando las condiciones son adversas para readaptarse o buscar lugares adecuados y continuar con su ciclo de vida (Chauvat y Forey, 2020; Daghighi et ál., 2017).

El establecimiento de especies invasoras afecta el suelo, porque toman de él recursos necesarios para su propagación, como sucede con el retamo espinoso en Colombia que, a pesar de los grandes esfuerzos realizados para su control y erradicación, continúa progresando e invadiendo mayores áreas (Mora et ál., 2015; Zabalita y Vargas, 2008). Los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca actualmente se ven afectados por la presencia de esta planta, pero la información sobre la presencia, abundancia y riqueza de artrópodos de suelo en estas zonas son escasos, desconociendo el impacto que puede causar en el desplazamiento de estos seres vivos que cumplen un papel fundamental en el suelo, al evitar la degradación, ayudar en la descomposición de materia orgánica, fijación de nutrientes, entre otras tantas funciones.

### Identificación de artropofauna en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca – Cundinamarca

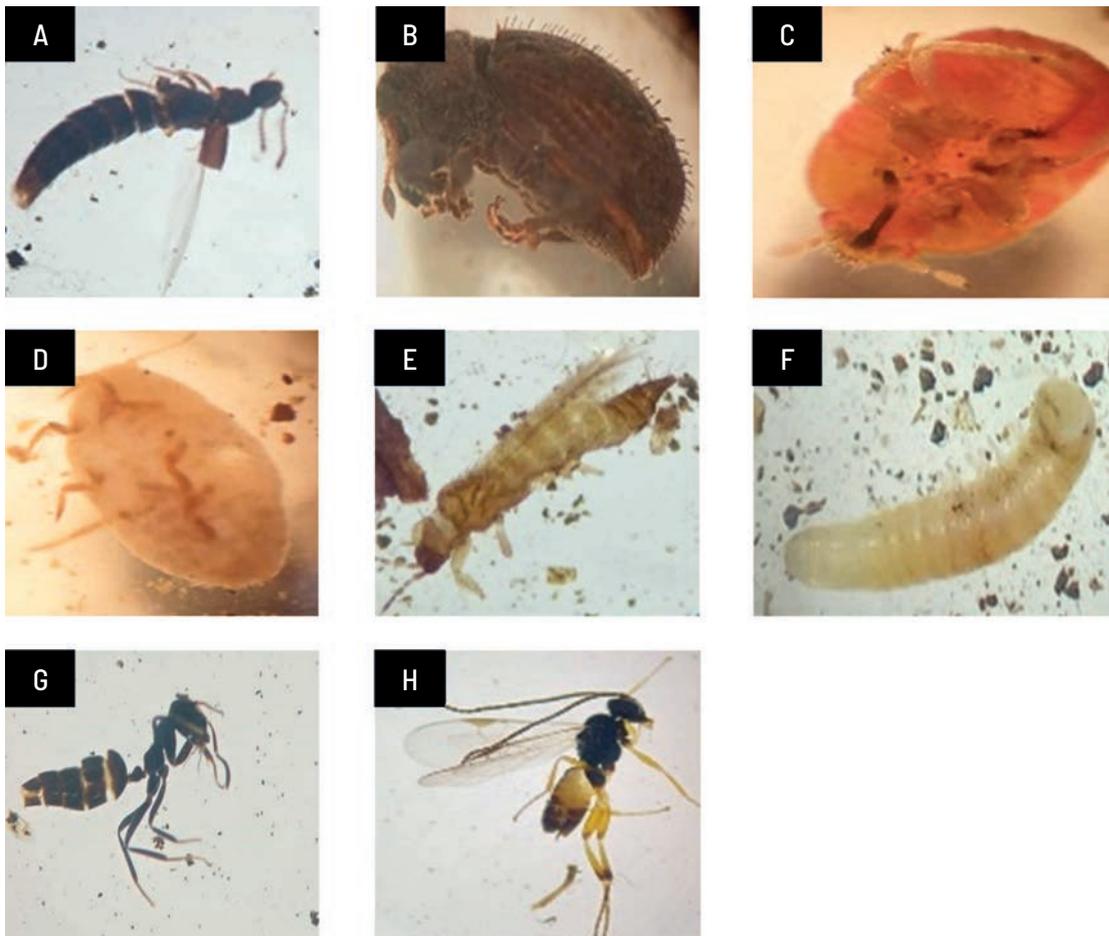
Se realizaron evaluaciones sobre la diversidad de artropofauna del suelo asociada a las plantas de retamo espinoso, en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca del Departamento de Cundinamarca. La investigación se llevó a cabo en zonas rurales del páramo de Sumapaz, con presencia de esta planta invasora.

1. El municipio de Sibaté se encuentra ubicado una altura entre los 2574 y 3300 m s. n. m., temperatura promedio entre 6 °C y 18 °C, con dos periodos lluvia, el primero de marzo a mayo y el segundo en los meses de septiembre a noviembre, precipitación anual de 964 mm, humedad relativa del 70 %.
2. El municipio de Soacha su altitud se encuentra entre los 2400 y 3900 m s. n. m., temperatura promedio de 11.5 °C, con máxima de 23 °C y mínima de 8 °C, precipitación anual promedio de 698 mm con dos periodos definidos entre abril-junio y octubre-diciembre de 2021.
3. El municipio de Pasca que limita con Sibaté y cuenta con temperatura promedio de 15.4°C, altitud de 2180 m s. n. m. y precipitación anual de 989 mm.

La toma de muestras se realizó en relictos con retamo espinoso, en cada uno de los municipios mencionados anteriormente; en cada relictos se ubicaron 3 puntos que iniciaron desde el centro —lo más cercano posible a la base del tallo— hacia afuera; entre cada punto se midió una distancia de 3 metros y se delimitó 1,0 m<sup>2</sup> con 20 cm de profundidad para la extracción de aproximadamente 1 kg de suelo, el cual se almacenó en bolsas plásticas —debidamente marcadas— con el nombre del municipio, nombre o número de la localidad, numero de repetición, hora y fecha. La toma de muestras se realizó 5 veces en los relictos seleccionados en cada uno de los municipios de estudio.

Las muestras colectadas en cada uno de los puntos se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad de Cundinamarca; cada muestra de suelo se depositó dentro de un embudo Berlese-Tullgren, por un periodo de 48 horas. Posterior a la obtención de los individuos, se realizó la identificación y cuantificación en clases y ordenes, usando la *Guía de identificación de géneros de Collembola en agroecosistemas de Colombia*, desarrollada por Ospina (2009), y la *Introducción y guía visual de los artrópodos*, de Rivera et ál., (2015).

En los tres municipios se identificaron artrópodos de cuatro clases: Insecta, Collembolla, Arachnida y Diplópoda. Los Artrópodos de la clase Insecta fueron del orden Hemiptera e Hymenoptera; el orden Diptera solo fue identificado en los municipios de Sibaté y Soacha, mientras que el orden Coleoptera, representado por la familia Staphylinidae, se presentó en Soacha y Pasca, además de los órdenes Coleoptera, con la familia Curculionidae, *Thysanoptera* e *Hymenoptera*, representado por la familia *Braconidae* en Sibaté (Figura 89).



**Figura 89 a.; 89 b.; 89 c.; 89 d.; 89 e.; 89 f.; 89 g. y 89 h.** Artrópodos de la clase Insecta. a. Orden Coleoptera (*Staphylinidae*), b. Coleoptera (*Curculionidae*), c. Orden Hemiptera, d. Hemiptera (*Pseudococcidae*), e. Orden *Thysanoptera*, f. Orden Diptera (larva), g. Hymenoptera (*Formicidae*) y h. Orden Hymenoptera (*Braconidae*)  
Fuente: elaboración propia.

Algunos individuos que ayudan con el proceso de descomposición de material vegetal pertenecen al orden Coleoptera —identificados en el presente estudio— considerados de gran importancia por participar en los procesos de descomposición de materia orgánica, reincorporando los nutrientes en el suelo. Estos invertebrados también son reconocidos como “bioindicadores”, debido a que su acción refleja cambios ambientales dentro de un ecosistema (Ramos y Sánchez, 2019) —dado a que hay diversidad de interacciones tróficas en las diferentes poblaciones (herbívora, depredadores, descomponedores de materia orgánica, entre otros)— e intervienen en los procesos de infiltración y aireación del suelo (Huerta Lwanga, et ál., 2007). Otro orden identificado en el suelo, relacionado con plantas de retamo espinoso, fue el orden Hemiptera. Sus individuos tienen una alta variabilidad alimentaria: desde fitófagos, detritívoros, polenófagos, zoófagos, zoofitófagos hasta ser hematófagos (Córdova-Mashiant, 2010), lo que indica la cantidad de funciones que pueden cumplir estos artrópodos en el ecosistema en general.

Los individuos del orden Thysanoptera —que fueron identificados en este estudio— están relacionados fuertemente con las plantas y la materia orgánica, debido a que más del 50 % de las especies de trips se refugian sobre plantas muertas, se alimentan de hongos, principalmente, de las esporas o de contenido de hifas fúngicas que metabolizan en su tubo digestivo (Goldarazena, 2015), lo que permite inferir que la aparición de estos individuos en este estudio es relevante, ya que posiblemente pueden proporcionar un control de algunas poblaciones de hongos en el suelo.

Por otro lado, se encontraron individuos del orden Hymenoptera: Formicidae —ampliamente estudiados por su diversidad e importancia ecológica, presentan hábitos generalistas (es decir, que se alimentan de diferentes especies de plantas o de diferentes fuentes de alimentos para las especies depredadoras), aunque en algunos casos ocasionan daños importantes en la agricultura y plantas— son una familia que pueden suministrar información sobre los cambios en la diversidad, asociada a la fragmentación y calidad de los hábitats, dada su sensibilidad a los cambios del uso del suelo, a pesar de que en muchas ocasiones son sustituidas por especies oportunistas e invasoras (Matos et ál., 2021).

También se encontraron insectos Braconidae —la segunda familia de mayor riqueza taxonómica del orden Hymenoptera— conocidas como avispas parasitoides, inyectan veneno a sus hospedadores, paralizándolos de forma temporal (koinobiosis) o permanente (idiobiosis) para depositar su o sus huevos dentro (endoparasitoides) (Coronado y Zaldívar, 2014).

Otros individuos encontrados en los municipios de estudio —principalmente, en los páramos de la zona Andina— fueron las larvas del orden Diptera, que frecuenta los suelos intervenidos para mejorar sus características fisicoquímicas y promover la fertilidad del suelo mediante la descomposición de la materia orgánica (Chamorro, 2019).

Los artrópodos de la clase Colembolla, identificados en los tres municipios, correspondieron a los órdenes: Entomobryomorpha, Pudoromorpha —registrado solo en los municipios de Sibaté y Pasca y Symphypleona —que solo se encontró en el municipio de Sibaté— (Figura 90).

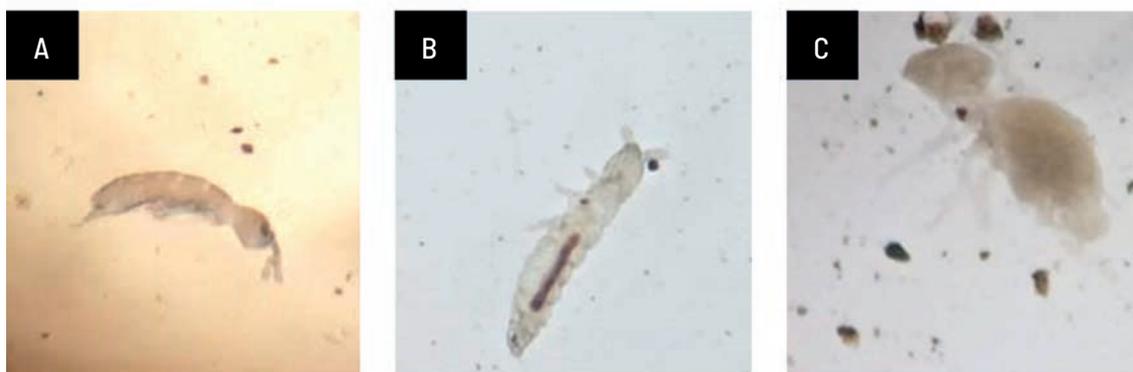


Figura 90 a., 90 b. y 90 c. Artrópodos de la clase Colembolla. a. Orden Entomobryomorpha, b. Orden Pudoromorpha y c. Orden Symphypleona  
Fuente: elaboración propia.

Los colémbolos relacionados con retamo espinoso, encontrados en los municipios evaluados, son considerados como elemento fundamental para la provisión de servicios ecosistémicos en diferentes áreas, también son indicadores biológicos que integran gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo (FAO y MADS, 2018), como, por ejemplo, la descomposición y ciclaje de materia orgánica.

Los colémbolos son organismos detritívoros (que se alimentan de Materia Orgánica (MO), o materia en descomposición), aunque su alimentación es variada, pues se pueden alimentar de nemátodos, material vegetal en descomposición y algunas bacterias edáficas (Gerena, 2018), lo que indica que en este estudio, los colémbolos no se vieron afectados por la presencia de retamo espinoso, por el contrario, posiblemente los contenidos de materia orgánica son los indicados para que estos puedan colonizar y mantenerse en el tiempo. Estos organismos son habitantes típicos del suelo, de forma que desarrollan su ciclo biológico completo en él; cumplen diversas funciones que ayudan a las plantas —como por ejemplo, en el fraccionamiento y triturado de los restos vegetales para ser degradados—, también participan en el control y dispersión de microorganismos, puesto que los colémbolos, al ingerir la materia no degradan del todo sus componentes, sino que permiten el paso de algunos microorganismos aún viables (Arbea y Blasco, 2001).

Los individuos de los órdenes Entomobryomorpha y Symphypleona se establecen en las capas superiores del suelo, pues se alimentan de la hojarasca, líquenes y musgos. Por otro lado, los individuos encontrados en el orden Poduromorpha y algunos Entomobryomorpha habitan en los estratos inferiores del suelo, dependiendo de la descomposición de la materia vegetal y del micelio de hongos (Guerrero, 2018).

## Determinación de abundancia y riqueza de artrópodos

Para determinar la abundancia y riqueza de los artrópodos en el suelo, se creó una base de datos con los individuos identificados y se calcularon los índices de diversidad de Simpson, Shannon- Wiener y Margalef; se analizaron los resultados obtenidos y se compararon con los valores normales referenciados en la literatura, para determinar si los valores obtenidos eran normales para la zona de estudio o si se veían afectados por la alteración del paisaje, en este caso, con la presencia de retamo espinoso.

### Índice de Simpson

Este índice de diversidad está basado en la dominancia, manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, por lo tanto, está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Florin et ál., 2022).

$$D_{si} = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N-1))$$

Donde:

$n_i$  = número de individuos por especie

$N$  = número total de individuos (Simpson, 1949)

### Índice de Shannon- Wiener:

Expresa la uniformidad de los valores de importancia, a través de todas las especies de la muestra; mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Florin et ál., 2022).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Donde:

$p_i = n_i / N$

$S$  = número de especies (Zarco-Espinosa et ál., 2010)

### Índice de diversidad de Margalef:

Este índice de diversidad proporciona datos de la riqueza específica, mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área de una muestra (Campo y Duval, 2014).

$$D mg = (s-1) / \ln \left[ \frac{f_0}{N} \right]$$

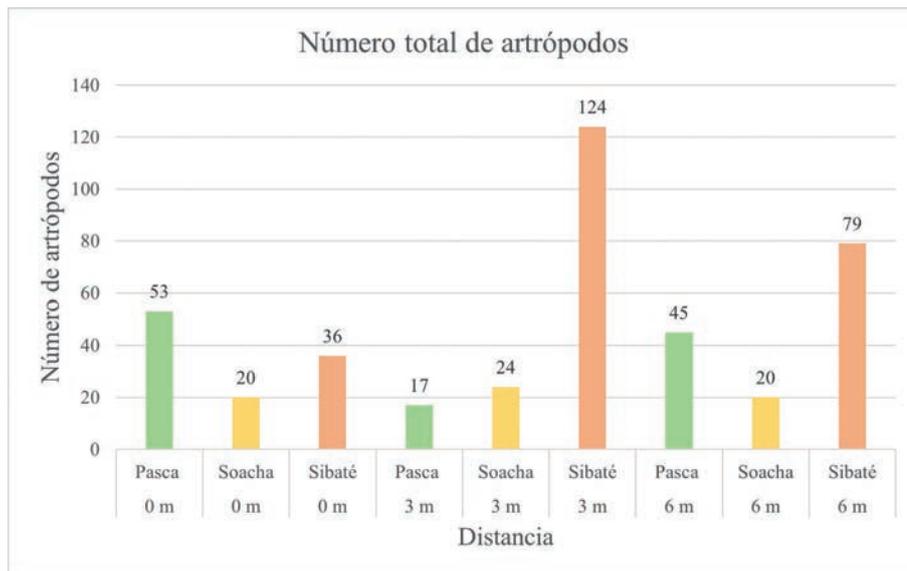
Donde:

S= número de especies

Ln: Logaritmo natural.

N= número total de individuos (Moreno, 2001)

En la evaluación de artrópodos presentes, teniendo en cuenta la distancia desde la base de plantas de retamo espinoso, se registró lo siguiente: en el municipio de Pasca se encontró una mayor abundancia de artrópodos, a 0 m, correspondiente a 53 individuos, frente a 17 y 45 individuos encontrados a 3 y 6 m correspondientemente. En Soacha, la mayor abundancia se presentó a 3 m, con un total de 24 individuos, mientras que a 0 y 6 m se encontraron 20 individuos; de igual forma, se presentó en Sibaté una mayor abundancia a 3 m, con 124 individuos, en comparación con 36 y 79 a 0 y 6 m respectivamente (Figura 91).



**Figura 91.** Abundancia de artrópodos a 0, 3 y 6 metros de distancia de relictos de *Ulex europaeus* en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

La artropofauna ha sido una herramienta para los estudios ecológicos, porque se encuentra en todos los ecosistemas terrestres, pero lo interesante es que cuando se afecta su hábitat, también ocurren cambios en su comunidad y en algunos casos implica la desaparición de ciertos artrópodos (Vargas et ál., 2006), por los cambios en la diversidad, al disminuir o aumentar el número de especies. Teniendo en cuenta que el retamo espinoso es considerado como una especie invasora, que causa cambios en el ecosistema, incluyendo el suelo y los artrópodos que habitan en él, inicial-

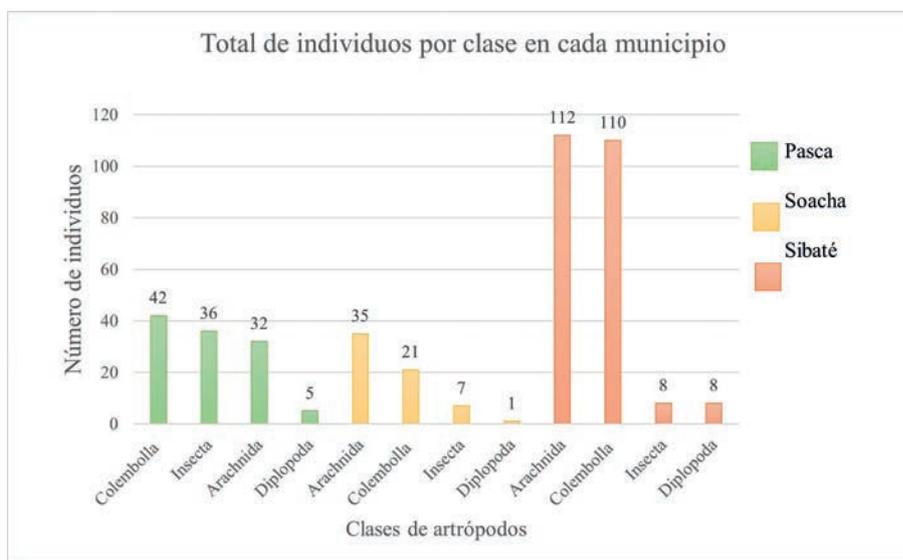
mente se esperaba una menor densidad de artrópodos más cerca del relicto, pero los resultados obtenidos no apoyaron esta idea, al contrario, lo que se encontró fue que el retamo espinoso realiza aportes de materia orgánica (Ríos, 2022), pues produce grandes cantidades de residuos por la dinámica variable en el tiempo y espacio de los ecosistemas, especialmente el componente biótico. Además, modifica el sustrato haciéndolo más ácido (Velásquez y Viancha, 2021), características que en efecto se presentaron en dos lugares de estudio, con un pH ácido y un óptimo contenido de materia orgánica (Tabla 14), de lo que se puede inferir que esta planta proporciona ciertas condiciones que pueden beneficiar a algunos artrópodos —o al menos a aquellos que se adapten a estas condiciones—, como sucede con los colémbolos de la familia *Paronellidae*, los cuales pueden encontrarse en suelos cultivados con pH entre 4 y 6 (Gutiérrez et ál., 2019).

**Tabla 14.** Contenido de materia orgánica y pH en los municipios de Pasca y Soacha, a partir del análisis de suelo

Lugar	pH	Materia Orgánica (%)
Pasca	4,58 (muy fuertemente ácido)	18,65 (óptimo)
Soacha	5,35 (fuertemente ácido)	18,47 (óptimo)

Fuente: elaboración propia con base en el análisis del suelo realizado por Agrosoil Lab.

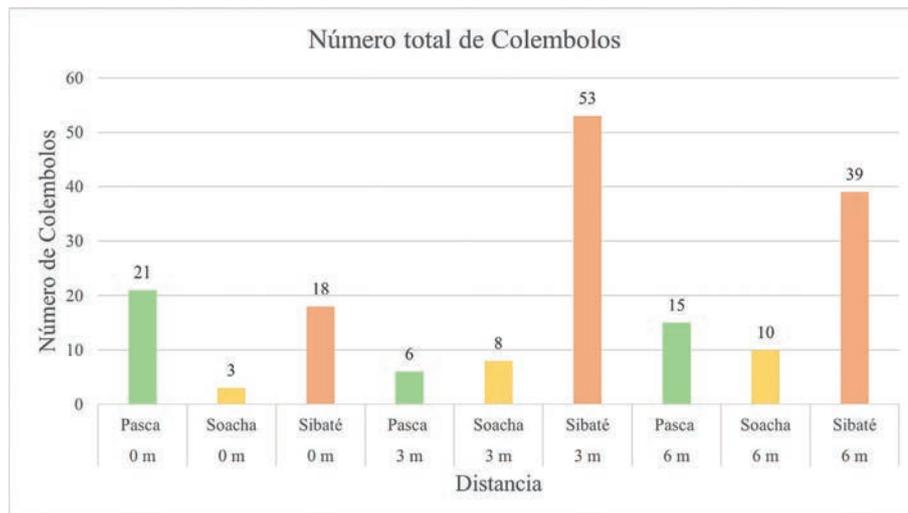
De las cuatro clases de artrópodos encontradas en los tres municipios, se evidenció una tendencia en la abundancia de individuos de la clase Colembolla y Arch-nida (Figura 92), esta última, principalmente, de la subclase Acari. Estos resultados



**Figura 92.** Abundancia de individuos de las clases de artrópodos asociados a relicto de *Ulex europaeus*, en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté. Fuente: elaboración propia.

son similares a los encontrados en el páramo Andino, por Eraso y Amarillo (2016), con 1648 individuos de Acari y 336 individuos Colembolla, lo cual se podría explicar a partir de los requerimientos de estos artrópodos, como la presencia de materia orgánica. Estos organismos son considerados los principales representantes de los artrópodos de suelo por su abundancia, pues los ácaros alcanzan varios cientos de miles de individuos por metro cuadrado, además de presentar una gran diversidad taxonómica, trófica y ser fáciles de coleccionar y preservar (Socarrás, 2013). También otros estudios como el realizado por Marín et ál. (2015), se presentó una mayor abundancia de Acari y Colembolla, frente a los demás artrópodos, lo que ratifica que son los taxones más abundantes en el suelo, razón por la que este estudio se enfocó en la clase Colembolla, además de su papel como bioindicador.

La abundancia de colémbolos en el muestreo a diferentes distancias del relicto de retamo espinoso, por cada municipio de estudio (Figura 93), presentó un comportamiento similar a la abundancia de artrópodos, por lo que, en el municipio de Pasca se encontró una mayor densidad a 0 m; en Soacha, a 6 m; y en Sibaté, a 3 metros, por lo cual, no se podría concluir que la distancia al relicto afecte la abundancia de la clase Colembolla.



**Figura 93.** Abundancia de individuos de la clase Collembola, a 0, 3 y 6 m de distancia de relictos de *Ulex europeaus*, en los municipios de estudio: Pasca, Soacha y Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

Los diferentes índices muestran una baja diversidad en los municipios de estudio y en las diferentes distancias en las que se tomaron las muestras del relicto (Tabla 15), pues en todos los casos el índice de Margalef presentó valores inferiores a dos, al igual que en el índice de Shannon; para el caso del índice de Simpson se debe tener en cuenta que entre los valores más se acerquen a la unidad (de 0 a 1), menor será la diversidad, pues este valor indica la probabilidad de que al retirar dos individuos de una población estos sean de la misma especie, o clase para este caso (Uramoto, et ál., 2005), presentando un índice de diversidad moderada.

Un estudio realizado por Guillén, et ál., (2006), referente a la diversidad y abundancia de colémbolos, en los que comparó tres ecosistemas: un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal, podría explicar por qué se presenta una baja diversidad de artropofauna asociada a *U. europeus*, pues se encontraron valores de 2,406 para el índice de Shannon y de 2,174 para el bosque primario y secundario, respectivamente, mientras que el cafetal presentó un valor de 1,651, correspondiendo a una baja diversidad de colémbolos. Sin embargo, este último presentó una mayor densidad, explicando así, que los bosques y en especial el primario, con estabilidad vegetal, brindan una compleja composición florística que favorece a los hongos y bacterias de las cuales se alimentan los colémbolos y, por la diversidad de plantas, se produce una gran variedad y abundancia de exudados, de los cuales se alimentaran los colémbolos, hongos y bacterias, por ende, hay una mayor diversidad de plantas que favorece a un mayor número de especies —sin que se genere una dominancia de unas pocas especies— y brindar un equilibrio, caso contrario reflejado en las áreas invadidas por retamo espinoso donde predomina dicha especie y donde la diversidad de artrópodos fue baja.

Ejemplo de lo anterior son las condiciones que da el cafetal, que benefician más a unas especies como *Isotoma notabilis*, de la clase *Colembolla*, ya que se presenta una mayor densidad de colémbolos en este sistema, pero finalmente la diversidad es baja, este comportamiento se puede transpolar a las plantas de *U. europeus*, pues al tener alta competencia por factores de crecimiento como: agua, luz, espacio, nutrientes y otros, con el tiempo desplaza a las demás especies de plantas, lo que genera ambientes similares a los monocultivos, que podrían afectar a determinados artrópodos, pero que también favorecen a otros se adapten a las nuevas condiciones.

**Tabla 15.** Índices de diversidad de artrópodos de suelo asociados a *Ulex europeus*, en los municipios de Pasca, Soacha y Sibaté

Lugar	Distancia (m)	Índice de Margalef	Índice de Simpson	Índice de Shannon
Pasca	0	0,75	0,31	1,21
Pasca	3	0,52	0,34	1,03
Pasca	6	0,79	0,33	1,13
Soacha	0	1,03	0,5	0,92
Soacha	3	0,63	0,39	0,96
Soacha	6	0,66	0,39	0,94
Sibaté	0	0,85	0,34	1,19
Sibaté	3	0,63	0,46	0,85
Sibaté	6	0,69	0,46	0,85

Nota. Para el índice de Margalef los valores inferiores a 2 indican baja diversidad; en el índice de Simpson, los valores cercanos a 1 indican baja diversidad; en el índice de Shannon los valores inferiores a 2 indican baja diversidad. Fuente: elaboración propia.

Los disturbios provocados en un ecosistema cambian las condiciones del suelo, que a su vez generan cambios en los recursos que pueden ser utilizados por los artrópodos y con ello, dichas comunidades se transforman, reflejando en los individuos el estado del ecosistema, pues no son los mismos que antes de la perturbación (Vargas et ál., 2006), por ello es de suma importancia conocer como ha sido esa relación “planta-suelo-artrópodos” donde haya presencia de *U. europeaus*, especialmente, en un ecosistema tan importante como los páramos; también, como contribución para una posterior restauración ecológica, donde se tomen a los artrópodos como bioindicadores, pues en Colombia no se presenta información relevante acerca de dicha interacción con la planta invasora retamo espinoso.

Por último, un factor importante para tener en cuenta en el estudio de artrópodos edáficos es la época de muestreo, según Marín et ál. (2015), indican que la alta humedad del suelo, por las precipitaciones, propician un ambiente desfavorable para los artrópodos, sobre todo para los ácaros y colémbolos, disminuyendo su abundancia, lo cual, en este estudio, no se pudo evaluar con alta precisión al ser un factor ecológico que afecta la diversidad de artrópodos en los suelos.

**Figura 94.** Relicto de retamo espinoso (*U. europeaus L.*) en la zona de muestreo de la arthropofauna  
Fuente: elaboración propia.



## Referencias

- Arbea, J. y Blasco, J. (2001). Ecología de colémbolos (*Hexapoda, Colembolla*) en los Monegros (Zaragoza, España). *Departamento de Ciencias Naturales* (28), 35- 48.
- Baptiste, M. P., Castaño, N., Lasso, C. a., Cárdenas, D., Gutiérrez, F. D. P. y Gil, D. L. (2010). *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31384/191.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Campo, A. y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Revista anales de geografía*, 34(2), 25-42. DOI. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET\\_Digital\\_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET_Digital_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Chamorro Bello, C. (2019). El suelo: maravilloso teatro de la vida. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 25(97), 483-495.
- Chauvat, M. & Forey, E. (2020). Temperature modifies the magnitude of a plant response to *Collembola* presence. *Applied Soil Ecology*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103814>
- Córdova-Mashiant, J. M. (2010). *Caracterización de insectos hemimetábolos del orden Hemiptera como grupo bioindicador en un proceso de restauración ecológica con enmiendas de Biochar en el CIPCA* [Tesis de grado]. Repositorio Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/499/1/T.AMB.B.UEA.3185>
- Coronado Blanco, J. M. y Zaldívar Riverón, A. (2014). Biodiversidad de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 70-233. <https://doi:10.7550/32000>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2018). *Cundinamarca trabaja por la restauración ecológica de las áreas afectadas por el retamo*. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-cundinamarca-trabaja-por-la-restauracion-ecologica-de-las-areas-afectadas-por-el-retamo>
- Daghighi, E., Koehler, H., Kesel, R. & Filser, J. (2017). Long-term succession of *Collembola* communities in relation to climate change and vegetation. *Pedobiologia*, 64, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.06.001>
- Eraso-Puentes, L. y Amarillo-Suárez, Á. (2016). Artropofauna en necromasa de dos especies de frailejones en diferentes estados sucesionales de Páramo Andino. *Colombiana de Entomología*, 42(1), 81-90. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v42n1/v42n1a14.pdf>
- FAO y MADS. (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión sostenible de suelos en áreas urbanas. En *Guía de buenas prácticas para la gestión sostenible de suelos en áreas urbanas* (pp. 17-144). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Florin, A., Sánchez, A., Maza, J. y Castillo, J. (2022). Índices de diversidad florística forestal en la re-serva ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 96-103. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/523/497>
- Goldarazena, A. (2015). Orden Thysanoptera. *Revista IDE@ - SEA*(52), 1–20.
- González, L. A., Wilches-Álvarez, W. & Rocha-Caicedo, C. (2017). Diversidad alfa y beta de artrópodos epigeos (Arthropoda) en tres sectores sobre la Cordillera Oriental de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 292–300. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i2.5962>
- Guerrero Chavez, A.C. (2018). *Poblaciones de bacterias, hongos y colémbolos durante la durante la fitorremediación del suelo contaminado con diesel* [Tesis de maestría]. Colegio de postgraduados Institución de enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México.

- Guillén, C., Soto-Adames, F. y Springer, M. (2006). Diversidad y abundancia de colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía costarricense*, 30(1), 7-17. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43630201.pdf>
- Gutiérrez, J., Valdés, S., Aguilar Y. y González, M. (2019). Correlación entre familias de *Colembola* con factores físico-químicos edáficos, bajo el efecto de herbicida Quirón 400. *Revista Científica universitaria* 8(1) 1-4. DOI: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/228/2281003003/index.html>
- Huerta Lwanga, E., Rodríguez Olán, J., Evia Castillo, I., Montejo Meneses, E., de la Cruz Mondragón, M. y García Hernández, R. (2007). Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. *Acta Zool. Mex* 33(3), Xalapa. Repositorio S-ciELO, 11. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372017000300464](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000300464)
- Lorenzo, P. y Rodríguez-Echeverría, S. (2014). Cambios provocados en el suelo por la invasión de acacias. *Revista científica de ecología y medio ambiente*, 24(1) 59-66. DOI: 10.7818/ECOS.2015.24-1.10
- Marín, E., Sánchez, M., Sierra, A. y Peñaranda, M. (2015). Poblaciones de Ácaros, Colémbolos y otra Mesofauna en un Inceptisol bajo Diferentes Manejos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1) 7411-7422. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v68n1/v68n1a03.pdf>
- Matos Cobas, D., Portuondo Ferrer, E. y Reyes Brea, J. L. (2021). *Presencia de la familia Formicidae (Insecta: Hymenoptera) en seis fincas agroforestales de Santiago de Cuba. Ciencia en su PC*, 1(3) 105-118.
- Mora, M., Rubio, J., Ocampo, R. y Barrera, J. (2015). *Catálogo de especies invasoras del territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b451c903677d.pdf>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA, 1.
- Moure, M., Reyes, O. y Casal, M. (2001). Relación entre el proceso de maduración y la respuesta germinativa al fuego de semillas de dos especies de *Ulex*. [III Congreso Forestal Español], (pp. 463-468). <http://www.secforestales.org/buscador/pdf/3CFE04-074.pdf>
- Ospina, C., Rodríguez, J. y Peck, D. C. (2009). Clave para la identificación de géneros de *Collembola* en agroecosistemas de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 57-61. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a11.pdf>
- Ospina, C., Serna, F., Peñaranda, R. y Serna, S. (2003). *Colembolos* asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana* 21(3), 129-141. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17820/18728>
- Ribera, I., Melic, A. y Torralba, A. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos. *Revista IDE@ - SEA* 2, 1-30. [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_2.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_2.pdf)
- Ríos, D. (2022). *Formulación de protocolo de control y seguimiento de retamo espinoso (Ulex europeaus L.) para el municipio de Duitama, Boyacá*. [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/8718/1/Seguimiento\\_y\\_control\\_retamo\\_espinoso.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/8718/1/Seguimiento_y_control_retamo_espinoso.pdf)
- Rojas Pinzón, D. M. (2020). *Estudio de las características de retamo espinoso (Ulex europeaus) localizado en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá para su aprovechamiento como medida de minimización del impacto ambiental causado por su presencia* [Trabajo de grado]. Repositorio Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36684/dmrojas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36(1). [https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000100001](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001)

- Udo, N., Tarayre, M. & Atlan, A. (2017). Evolution of germination strategy in the invasive species *Ulex europaeus*. *Journal of Plant Ecology*, 10(2), 375–385. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw032>
- Uramoto, K., Walder, J. & Zicchi, R. (2005). Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba sp. *Neotropical Entomology*, 34, 33-39. <https://www.scielo.br/j/ne/a/qshhStjbdzxnL6KgRbNL-6Hp/abstract/?lang=pt>
- Vargas, O. y Grupo de Restauración ecológica. (2006). *Una experiencia de Restauración Ecológica en predios del Embalse de Chisacá, Localidad de Usme, Bogotá, D. C.* Bogotá: Gente Nueva.
- Vargas, O., León, O. y Díaz, A. (2009). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales exóticas*. Universidad Nacional de Colombia. [http://www.researchgate.net/publication/259482694\\_RESTAURACION\\_ECOLGICA\\_EN\\_ZONAS\\_INVADIDAS\\_POR\\_RETAMO\\_ESPINOSO\\_Y\\_PLANTACIONES\\_FORESTALES\\_DE\\_ESPECIES\\_EXTICAS](http://www.researchgate.net/publication/259482694_RESTAURACION_ECOLGICA_EN_ZONAS_INVADIDAS_POR_RETAMO_ESPINOSO_Y_PLANTACIONES_FORESTALES_DE_ESPECIES_EXTICAS)
- Velásquez González, D. y Viancha Rodríguez, M. (2021). *Análisis de los impactos ecológicos de cinco especies forestales introducidas (Eucalyptus globulus, Acacia melanoxylon, Pinus patula, Acacia decurrens, Ulex europaeus) sobre los ecosistemas presentes en el Parque Natural Municipal de Nobsa, Boyacá y su propuesta de mitigación* [Trabajo de grado en especialización]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Zabaleta, M. y Vargas, O. (2008). Expresión *in situ* del banco de semillas germinable de *Ulex europaeus* y su relación con la estructura de los matorrales. In *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino* (pp. 323–333). [https://www.researchgate.net/publication/259482680\\_Estrategias\\_para\\_la\\_restauracion\\_ecologica\\_del\\_bosque\\_altoandino\\_El\\_caso\\_de\\_la\\_Reserva\\_Forestal\\_Municipal\\_de\\_Cogua\\_Cundinamarca](https://www.researchgate.net/publication/259482680_Estrategias_para_la_restauracion_ecologica_del_bosque_altoandino_El_caso_de_la_Reserva_Forestal_Municipal_de_Cogua_Cundinamarca)
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez, J., Angeles, G. y Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 1–17. <https://doi.org/10.19136/era.a26n1.179>





**Figura 95.** Área cubierta por retamo espinoso en la zona de Sumapaz  
Fuente: elaboración propia.

## Comunidad de insectos asociados al retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en áreas de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

**LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ<sup>1</sup>**

**MARÍA DEL CARMEN SIERRA GARZÓN<sup>2</sup>**

**NATALIA ARIAS RODRÍGUEZ<sup>3</sup>**

**GLORIA ADRIANA VELOSA CRUZ<sup>4</sup>**

- 
- 1 <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360> - lbanda@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.
  - 2 <https://orcid.org/0000-0002-1056-0808> - mdlcarmensierra@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
  - 3 <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-6126-4451> - nariasr@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.
  - 4 <https://orcid.org/0000-0002-9617-7534> - gvelosa@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.



**Figura 96 a. y 96 b.**

*a. Zona ruderal de la carretera cubierta por retamo espinoso en Sibaté, Cundinamarca. b. Flores típicas de U. europaeus en ambientes del Sumapaz*

Fuente: elaboración propia.

■ La diversidad de insectos en los ecosistemas tropicales es un indicador de la biodiversidad; también es una referencia de la adaptación de estos organismos a la disponibilidad de alimento y a nichos favorables para la sobrevivencia. Es así como las especies de plantas presentes en un ecosistema tiene relación directa con la diversidad de entomofauna que se encuentran en los diferentes ambientes. En los ecosistemas, los insectos están asociados a las plantas, ya sea porque éstas les sirven como alimento, refugio, o porque contribuyen a la supervivencia de esos animales.



**Figura 97.** Flores representativas del *Ulex europaeus* con presencias de abejas nectaríferas y polínivoros en la región del Sumapaz  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 98.** Larva de Lepidoptera asociada al follaje de retamo espinoso en el Sumapaz  
Fuente: elaboración propia.

En el trópico, cada elemento del ecosistema, como la flora, afecta la dinámica de la diversidad de órdenes, familias y especies de insectos, sobre todo, cuando se introducen especies exóticas, como la maleza invasora de retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en Colombia.

Las malezas exóticas colonizan nuevos nichos y aprovechan al máximo el potencial biótico: tanto en la reproducción y los múltiples cohortes, con gran potencial de dispersión en el tiempo y el espacio, inherente a las especies, lo que se suma a la adaptación ecológica en ese nuevo ambiente que ofrece diversos recursos para que estas plantas tengan éxito en la colonización, que se caracteriza por ser agresiva, competitiva e invasora, representando un riesgo alto para los ecosistemas, como en el caso del espinoso, en ambientes andinos colombianos, donde se encuentra un cantidad importante de páramos.

Una maleza como el retamo espinoso interactúa con las comunidades y las poblaciones autóctonas del ecosistema en el que ha sido introducida, lo que puede generar competencias por recursos limitativos, en el desarrollo de las plantas e interferencias alelopática en dichos organismos, sin embargo, también puede brindar algunos beneficios para insectos fitófagos, nectívoros y polinívoros, los cuales, aprovechan la relación trófica con la especie invasora, pues las plantas de *U. europeaus* pueden producir gran follaje, néctar y polen en las flores (Figuras 96 y 97), materia orgánica y grandes cantidades de semillas que proveen alimento a diferentes especies de insectos, creando un nicho apetecible para el desarrollo de diferentes organismos.

En el marco de la generación de información que contribuya en el manejo de la maleza invasora de retamo espinoso y dentro del contexto del proyecto de investigación “Diseño de estrategias para el control de retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca”, aprobado en la Convocatoria 802 de Minciencias y desarrollado por la Universidad de Cundinamarca, se propuso diagnosticar la entomofauna asociada al retamo espinoso, en áreas de la provincia del Sumpaz. Los ecosistemas evaluados se encuentran en pisos térmico de condición fría, como en Sibaté a 3300 m s. n. m., Soacha a 3350 m s. n. m. y Pasca a 2700 m s. n. m. pisos térmicos en los que se adapta muy bien el retamo espinoso en Colombia, en los que frecuentemente se reporta dicha maleza.

La información consignada en el presente capítulo hace aportes sobre órdenes y familias de insectos que cumplen el ciclo de vida o parte de ello, en el nicho generado por plantas de retamo (relictos) *U. europeaus*, en áreas de la provincia del Sumapaz, donde esta planta ha colonizado zonas de páramo y reservas naturales, como sucede Sibaté, lugar donde se actuó con el presente estudio (Figuras 99 y 100).



**Figura 99.** Panorámica de un lote con presencia de retamo espinoso en Romeral, Sibabé  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 100.** Presencia de *U. europaeus* sobre borde de carretera en zona de Usabá, Sibabé  
Fuente: elaboración propia.

## Aspectos de retamo espinoso: invasión, áreas reportadas, entomofauna asociada

### Aspectos botánicos y taxonómicos de retamo espinoso

El retamo espinoso *Ulex europaeus* L., es una especie de panta que pertenece la familia *Fabaceae* originaria de clima templado. A continuación, se describen los aspectos taxonómicos de esa especie, como la clase: Equisetopsida C. Agardh; la subclase: Magnoliidae Novák ex Takht; el superorden: Rosanae Takht; el orden: Fabales Bromhead; la familia: *Fabaceae* Lindl, el género: *Ulex* L., la especie: *Ulex europaeus* L. (Missouri Botanical Garden, 2022)

## Naturaleza del paisaje en áreas cubiertas por retamo espinos en Sibaté, Soacha y Pasca

El retamo espinos observado en las áreas estudiadas: Sibaté, Soacha y Pasca, cubre áreas de ruderales en bordes de carretera y en lotes de producción agropecuarias (Figura 101 y Figura 102). Esta planta presenta características de tipo arbustivo, que miden entre 1,5 y 3 m de altura (Figura 103); presentan muchas ramificaciones y forman una densa cobertura que, sumado a la constitución de espinas o púas que se desarrollan en todo el tallo y ramas (Figura 104), origina “focos” o áreas cubiertas por esta maleza, impenetrables o de difícil acceso.



**Figura 101.** Área o “focos” de retamo espinoso en lotes cultivados en zonas de influencia de Sibaté, Cundinamarca, ubicada a 3300 m s. n. m. aproximadamente  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 102.** Presencia de retamo espinoso sobre borde de camino en zona de influencia de Soacha, Cundinamarca, ubicada a 3300 m s. n. m. aproximadamente  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 103.** Área cubierta con retamo espinos en Sibaté, con alturas de plantas cercanas a los 3,5 m  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 104.** Plantas de retamo espinoso con espinas y hojas aciculares, representativas de la especie de *U. europaeus*  
Fuente: elaboración propia.

Las plantas de *U. europeaus*, en las zonas de estudio, presentan un traslape fenológico en los “focos” y dentro de la misma planta: entre vegetativo y reproductivo (floración y fructificación). Las plantas se caracterizan por ser de tipo arbustivas y con densas ramificaciones que le permiten ocupar extensas áreas. Las flores están agrupadas, son de color amarillo y pueden ubicarse en la parte distal de las ramas o tallos en una misma planta (Figura 105 y Figura 106). En contraste con lo observado en campo y lo registrado para el retamo espinoso (en las Figuras 101 a la 106), según lo reportado por Ríos (2005), López (2007) y Clements et ál., (2001), resaltan las características de la planta tipo arbustiva, alturas entre 2 y 4 m, hojas son acicaladas, flores de color amarillo e inflorescencias en racimo distribuidas en las diferentes ramas que conforman una plana. La producción de semillas constante y el alto volumen de biomas en tiempo y espacio del retamo espinoso, conllevan a que esta maleza predomine sobre las especies nativas, clasificándose en la categoría de una especie con estrategia de supervivencia tipo r, comparada con muchas especies nativas de tipo K. Las poblaciones tipo r son oportunistas, aprovechan al máximo los recursos del ambiente en corto tiempo, presentan altas tasas de reproducción, son buenas colonizadoras, y cuentan con un ciclo de vida roto; mientras que las poblaciones tipo K cuentan con una densidad y tasa de reproducción más estable en el tiempo, hacen un mejor aprovechamiento de recurso a largo plazo y cuentan con ciclo de vida largo. Además de la producción de semillas hay que tener en cuenta la capacidad de generación y la regeneración de la biomasa y la ocupación del espacio de especies tipo r en los páramos (Vargas, 1997).



**Figura 105.** Producción de flores en gran abundancia en plantas de retamo espinoso en zona de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 106.**  
Racimo de flores  
característico de plantas de  
retamo espinoso  
Fuente: elaboración propia.

## Regulación de dispersión de retamo espinoso en Colombia

La distribución de retamo espinoso en Colombia se encuentra registrada especialmente en la región Andina, alrededor de los 2500 a 3200 m s. n. m., en departamentos como Cundinamarca, Antioquia y Boyacá, afectando áreas de influencia de páramos (Mora et ál., 2015; Vargas, 1997). La presencia de retamo espinoso en diferentes departamentos de Colombia conlleva a la necesidad de una regulación o manejo legal.

En el país se cuenta con varias resoluciones para especies invasoras, como la Resolución del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial sobre especies invasoras, 0207 de 2010 “Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones”, relaciona el listado de especies invasoras para Colombia, a nivel de flora, lista que incluye al retamo espinoso y a otras especies como: buchón (*Eichornia crassipes*), alga marina (*Kappaphycus alvarezii*), retamo espinoso (*Ulex europaeus*), retamo liso (*Teline monspessulana*), canutillo yaragua (*Melinis minutiflora*), entre otras que merecen especial atención por la capacidad de invadir ecosistemas y ser muy agresivas.

Dado el impacto ambiental que ha generado el retamo espinoso como agente invasor en los páramos afectando la biodiversidad, el gobierno de Colombia, Según la Resolución No. 0684 del 25 de abril de 2018 “Por la cual se establecen lineamientos tanto para la prevención y manejo integral de las especies de retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) y Retamo Liso (*Genista monspessulana* (L.) L.A.S. Johnson) como para la restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de las áreas afectadas por estas especies en el territorio nacional y se adoptan otras determinaciones” (Minambiente, 2018).

## Estudio de entomofauna asociadas al retamo espinoso

En este estudio se realizó un recorrido en áreas de Sibaté, Pasca y Soacha, donde se encontró el reporte de la maleza de retamo espinoso alrededor de los 2800 y 3300 m s. n. m. en Socha y Pasca y 2700 m s. n. m. en Pasca, Cundinamarca, Colombia, en cuyas áreas o “focos” se realizó la evaluación de la comunidad de entomofauna asociada a plantas de dicha maleza. En la Figura 5, se representan los sitios de muestreos ubicados en los tres municipios. Coordenadas y altura zonas de estudio: Sibaté: 4°26.3200'N 74°14.0640'O / 3300 m s. n. m., Soacha: 4°26.3180'N 74°13.8940'O / 3350 m s. n. m.; Pasca: 4°26.3210'N 74°14.0630'O / 2700 m s. n. m. (Figuras 107 a 109).



**Figura 107.** Ubicación de la zona de estudio en Colombia en la Zona de Sibaté, Soacha y Pasca  
Fuente: Fotografía tomada de Google Earth, 2022.



**Figura 108.** Fotografía satelital de la zona del estudio Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia con base en la fotografía de Google Earth, 2022, adaptada para representar el recorrido de evaluaciones en Sibaté, Soacha y Pasca



**Figura 109.** Fotografía satelital de la zona del estudio Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia con base en la fotografía de Google Earth, 2022, adaptada para representar el recorrido de evaluaciones en Sibaté, Soacha y Pasca

En las imágenes se muestran las áreas con presencia de retamo espinoso, en las cuáles, se realizaron la exploración de insectos asociados: panorámicas de áreas colonizadas por el retamo espinoso en Sibaté (Figura 110 y 111), en Soacha (Figura 112 y 113) y relictos característicos de retamo espinoso en Pasca (Figura 114 y 115).



**Figura 110.** Panorámicas de lotes agropecuarios con "focos" de retamo espinoso alrededor de los 3300 m s. n. m. área representativa de la zona de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 111.** Áreas cubiertas por retamo espinoso en borde de carretera en zona Sibaté, Cundinamarca, con alrededor de los 3300 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 112.** Áreas con la presencia de retamo espinoso en zona de Soacha, en lotes de pastos, alrededor de los 3100 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 113.** Plantas de retamo espinoso evaluadas en bordes de carretera destapada en Soacha, alrededor de los 3100 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 114.** Presencia de retamo espinoso en una zona de Pasca – Cundinamarca en zona alrededor de los 2700 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 115.** Presencia de plantas retamo espinoso en una zona de Pasca, Cundinamarca, en zona alrededor de los 2700 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.

## Metodología de evaluación de la entomofauna asociada al retamo espinoso

Durante un periodo de dos años, entre agosto de 2019 y agosto de 2021, se diagnosticaron los insectos asociados al retamo espinoso bajo el método de muestreo sistemático al azar, mediante la ubicación de transectos y, a partir de ello, se implementó la técnica de muestreo a través de pases dobles de Jama en 5 m lineales y golpeteo en un área aproximada de 1 m<sup>2</sup> en orientación vertical, en áreas cubiertas por retamo espinoso (Figuras 116 y 117).



**Figura 116.** Procedimiento de muestreo de insectos en plantas de retamo espinoso en áreas objeto de estudio mediante pases dobles de red entomológica  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 117.** Procedimiento de muestreo de insectos en plantas de retamo espinoso en áreas objeto de estudio implementando la técnica de golpeteo  
Fuente: elaboración propia.

## Estado fenológico de retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

En relación con el estado fenológico de retamo espinoso, los resultados registrados en las unidades de muestreo evaluadas para la población de insectos, en las zonas de Sibaté, Soacha y Pasca (Tabla 16), muestran que el estado vegetativo de retamo es el que predomina para Sibaté y Socha (42 y 35 % respectivamente), mientras que en Pasca predomina el estado de senescencia, con un 39 % y el estado de floración estuvo alrededor del 25 % para las tres localidades. Se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p$  valor  $< 0,001$ ) para los estados fenológicos. También se presentaron diferencias significativas ( $p$  valor  $< 0,001$ ) entre la interacción localidad - estado fenológico, como fue el caso de senescencia Soacha vs senescencia Pasca, así mismo vegetativo, en Sibaté con respecto a vegetativo Pasca. Estos resultados implican que la información es relevante para optimizar el manejo o control de la maleza, según los estados fenológicos en los ambientes estudiados y que las condiciones ecológicas de cada zona afectan a la dinámica de las poblaciones de insectos asociados a la maleza retamo espinos y la interacción de otros organismos, porque inciden en la disponibilidad de alimento, las condiciones microclimáticas, el desarrollo y crecimiento de las poblaciones, la fluctuación poblacional en el tiempo y el espacio, la migración, entre otros aspectos de la dinámica poblacional.

Los resultados de la evaluación de los diferentes estados fenológicos expuestos anteriormente confirman lo expuesto por Beltrán y Barrera (2014), quienes resaltan que dicha planta tiene gran capacidad de generar fitomasa con diferentes estados de desarrollo, lo que le da una ventaja comparativa de colonización, como se observó en las áreas evaluadas en los tres municipios de la zona del Sumapaz.

**Tabla 16.** Proporción de los estados fenológicos de retamo espinoso para cada una de las zonas del estudio: Sibaté, Soacha y Pasca. Valores con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Estados fenológicos				
Localidad	Vegetativo (%)	Floración (%)	Fructificación (%)	Senescencia (%)
Sibaté	42 g	27 cde	21 bcd	10 ab
Soacha	35 efg	29 def	28 cde	8 a
Pasca	28 def	18 abcd	15 abc	39 fg
Ponderado	35 a	25 a	22 a	43 b

Fuente: elaboración propia.

## Órdenes y familias de insectos asociados al retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

### Ordenes de insectos asociados a *U. europaeus*

Los 12 órdenes de la clase Insecta asociados al retamo espinoso, que fueron encontrados en los tres municipios de Sumapaz de Sibaté, Soacha y Pasca corresponden a: Thysanoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Psocoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Blattodea, Orthoptera, Neuroptera, Mantodea y uno de la clase Collembolla (Entomobryomorpha). La mayoría de los órdenes fueron comunes en las tres localidades, pero el orden Mantodea solo fue encontrado en Pasca, mientras que el Neuroptera, Orthoptera y Blattodea se encontraron en Sibaté. A continuación, se relaciona el registro de los órdenes de insectos asociados al retamo espinoso en el Sumapaz (Tabla 17).

**Tabla 17.** Registro de la presencia de insectos de diferentes órdenes asociados al retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca

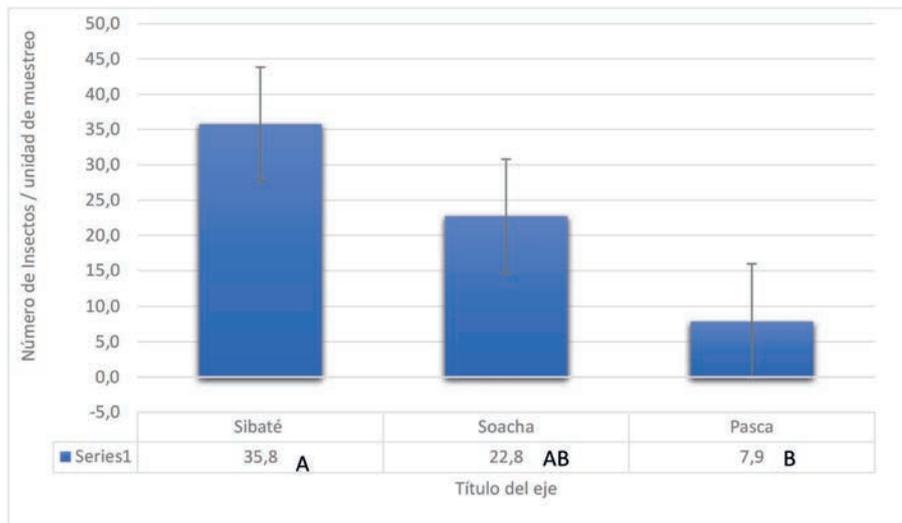
Orden	Zonas evaluadas en el Sumapaz		
	Sibaté	Soacha	Pasca
1. Thysanoptera			
2. Diptera			
3. Coleoptera			
4. Hemiptera			
5. Hymenoptera			
6. Psocoptera			
7. Lepidoptera			
8. Dermaptera			
9. Blattodea			
10. Ortoptera			
11. Neuroptera			
12. Mantodea			
13. Entomobryomorpha (Collembolla)			

Nota. La figura representa el taxon presente en la localidad; mientras que la figura representa el taxon ausente en la localidad.

Fuente: elaboración propia.

## Densidad de insectos asociados al retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca

El número de insectos asociados al retamo espinoso, realizados en periodo entre octubre de 2020 y agosto de 2021, en muestreos por método de golpeo, una unidad de muestreo de 1 m<sup>2</sup> de dosel de plantas de retamo, registró diferencias significativas ( $P$  valor  $< 0,0142$ ) entre la localidad de Sibaté y Pasca y similitudes de estas dos con Soacha, en Sibaté se presentó el mayor registro de insectos por m<sup>2</sup> vertical en plantas de retamo espinoso (Figura 24). Estas diferencias, dadas especialmente por los estados —vegetativo, floración, fructificación y senescencia— de desarrollo de las plantas de retamo, en condiciones ambientales que varían con la a. s. n. m., la temperatura y la humedad relativa de cada localidad evaluada.



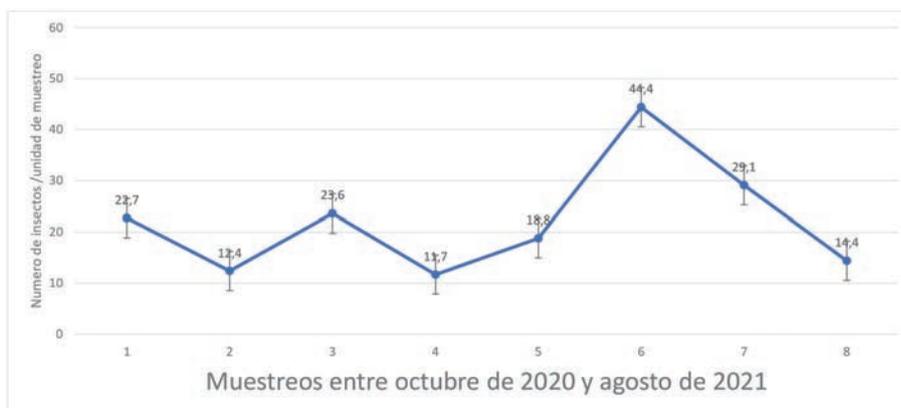
**Figura 118.** Población de insectos por unidad de muestreo en las zonas evaluadas de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

Nota. Las zonas con letras diferentes presentan diferencias significativas para el número de insectos.

Fuente: elaboración propia.

## Fluctuación de la densidad de insectos asociados al retamo espinoso

El ponderado del número de insectos por unidad de muestreo —m<sup>2</sup> vertical de follaje de retamo espinoso— evaluados en Sibaté, Soacha y Pasca (Figura 119), se presenta a partir de 8 muestreos realizados entre octubre de 2020 a agosto de 2021. En el análisis estadístico no se registraron diferencias significativas ( $P$  valor  $< 0,3098$ ), lo que representa una variación de estas poblaciones en el tiempo, según condiciones ambientales y estado de desarrollo de retamo espinoso, ligado a la dinámica de poblaciones en cada ecosistema.



**Figura 119.** Número de insectos por  $m^2$  vertical de follaje de retamo espinoso evaluado en 8 muestreos en Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
 Nota. Los 8 muestreos se realizaron entre octubre de 2020 a agosto de 2021.  
 Fuente: elaboración propia.

La presencia de insectos en el retamo espinoso puede ser un indicador del efecto de esta maleza sobre los ecosistemas, el cual afecta las dinámicas poblacionales de algunos grupos y especies de animales. En un estudio realizado en Nueva Zelanda por Harris et ál. (2004) evaluaron la asociación de insectos el retamo espinoso frente a una especie nativa y la diversidad fue mayor en la especie invasora, siendo un referente de los efectos de una especie introducida o exótica. Se presentó un comportamiento similar de la entomofauna nativa en zonas invadidas por *U. europeus* en zonas andinas colombianas.

### Familias de insectos en *U. europeus* en zonas de páramo de Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca

Las familias de insectos registradas asociadas al retamo espinoso (Tabla 18), para las cuales se tienen categorías según el número ponderado de insectos encontrados por muestreo (Densidad de individuos por familias en el método por golpeo y pases con jama (“jameo”). A continuación, se presentan las categorías según densidad en los muestreos respectivos así:

*Categoría 0:* no se registra presencia.

*Categoría 1:* entre 0,1 a 1 individuos / muestreo.

*Categoría 2:* entre 1,1 a 5 individuos / muestreo.

*Categoría 3:* entre 5,1 a 10 individuos / muestreo.

*Categoría 4:* entre 11,1 a 20 individuos / muestreo.

*Categoría 5:* más de 20 individuos / muestreo.

Los resultados del estudio conllevaron al registro de 46 familias de insectos distribuidas en 12 órdenes, uno de la clase Collembolla (Tabla 18). Se puede obser-

var que los órdenes Diptera (12 familias) e Hymenoptera (10 familias) Coleoptera (7 familias) y Hemiptera (7 familias) conforman el 78 % de las familias registradas asociadas al retamo espinoso en las zonas evaluadas: Sibaté, Soacha y Pasca. Las familias de insectos asociadas al retamo espinoso se caracterizan por una diversidad de hábitos alimenticios, 12 de esas familias son fitófagas potenciales, especialmente: *Curculionidae* (Coleoptera), Geometridae y *Nocturidae* (Lepidoptera).

La representatividad del nivel poblacional de las diferentes familias con poblaciones ponderadas (Figura 120) por muestreo, mayores a 5 individuos —categoría 3, 4 y 5— en las tres zonas evaluadas fueron: *Curculionidae* (Coleoptera) y *Thripidae* (Thysanoptera), las cuales son predominantemente fitófagos. La mayoría de las familias de insectos en la zona de Sibaté presentaron poblaciones en la categoría 2 (entre 0,1 y 5 individuos / muestreo) entre ellos, los lepidópteros de las familias *Geometridae* y *Noctuidae*, fitófagas potenciales y controladores biológicos de retamo espinoso.

Una referencia de lepidópteros fitófagos, reportada como específica para *U. europeaus*, es la especie *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae), reportada en Hawaii, EEUU y en Plymouth Inglaterra y se estudia su adaptación en Chile, donde fue introducida (Norambuena et ál., 2001) para ser probada en el control de retamo espinoso, pues presenta una alta especificidad en la alimentación de dicha planta.

**Tabla 18.** Registro de familias en las zonas evaluadas del Sumapaz. Categoría de 1 a 5 según número de insectos ponderados por muestreo y la caracterización del principal del hábito alimento de los grupos identificados

Órdenes	Familias	Método golpeteo y pases de jama (categoría poblacional 0 a 5)			Hábito alimenticio potencial o predominante*
		Sibaté	Soacha	Pasca	
Coleoptera	<i>Curculionidae</i>	5	4	3	Fitófagos
	<i>Chrysomilidae</i>	2	1	2	Fitófagos
	<i>Staphylinidae</i>	1	2	1	Depredadores
	<i>Coccinellidae</i>	2	1	1	Depredadores
	<i>Latridiidae</i>	4	2	0	Polífagos - nectarívoros
	<i>Carabidae</i>	2	1	1	Depredadores
	<i>Melyridae</i>	1	0	0	Polífagos

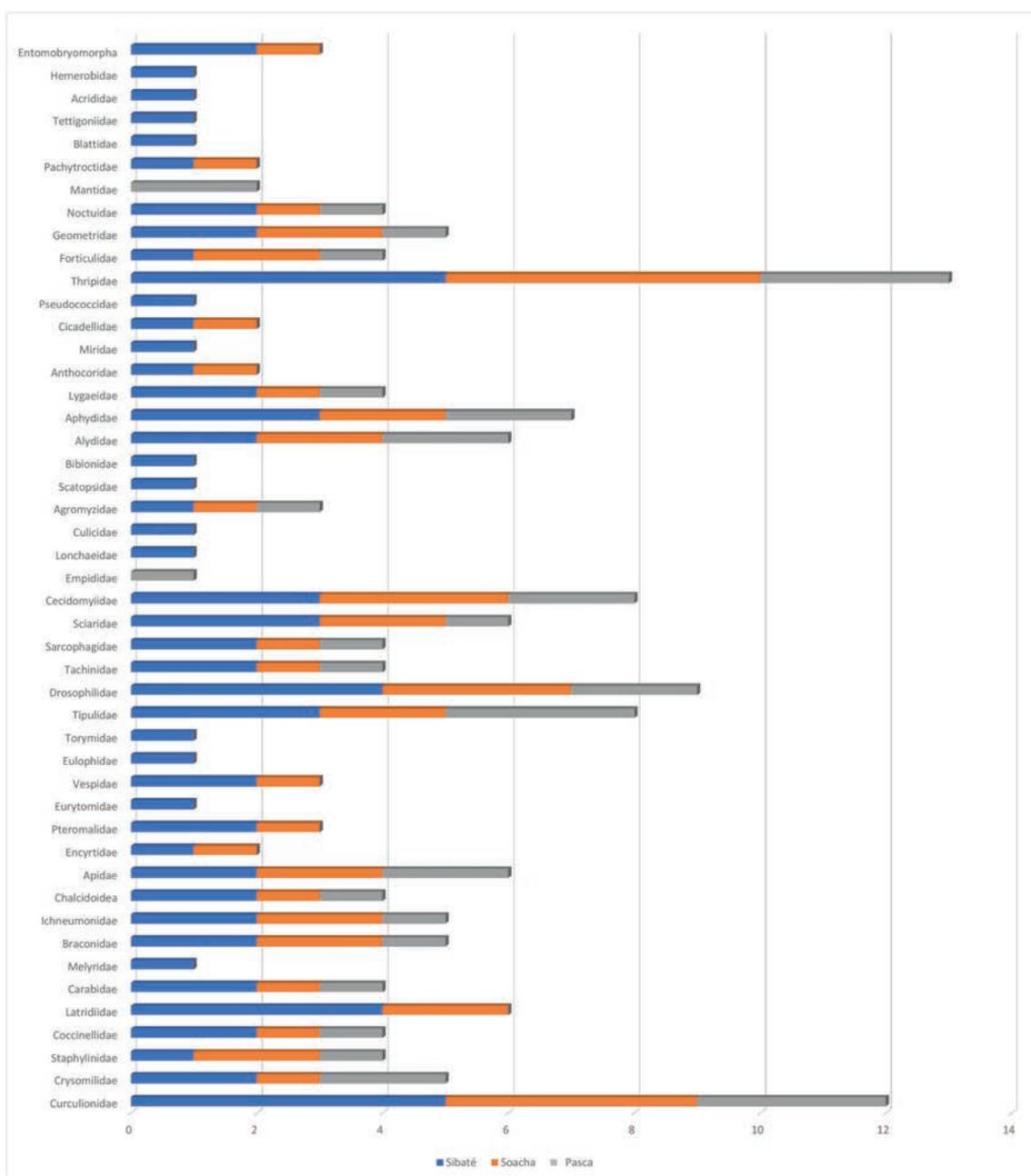
Órdenes	Familias	Método golpeteo y pases de jama (categoría poblacional 0 a 5)			Hábito alimenticio potencial o predominante*
		Sibaté	Soacha	Pasca	
Hymenoptera					
	<i>Braconidae</i>	2	2	1	Parasitoides
	<i>Ichneumonidae</i>	2	2	1	Parasitoides
	<i>Chalcidoidea</i>	2	1	1	Parasitoides
	<i>Apidae</i>	2	2	2	Polinívoros / nectarívoros
	<i>Encyrtidae</i>	1	1	0	Parasitoides
	<i>Pteromalidae</i>	2	1	0	Parasitoides
	<i>Eurytomidae</i>	1	0	0	Parasitoides
	<i>Vespidae</i>	2	1	0	Depredadores
	<i>Eulophidae</i>	1	0	0	Parasitoides
	<i>Torymidae</i>	1	0	0	Parasitoides
Diptera					
	<i>Tipulidae</i>	3	2	3	Detritívoros
	<i>Drosophilidae</i>	4	3	2	Frugívoros - saprófagos
	<i>Tachinidae</i>	2	1	1	Parasitoides
	<i>Sarcophagidae</i>	2	1	1	Necrófagas, coprófagas, depredadoras y parasitoides
	<i>Sciaridae</i>	3	2	1	Micetófagos, saprófagos
	<i>Cecidomyiidae</i>	3	3	2	Fitófagos, depredadores, parasitoides
	<i>Empididae</i>	0	0	1	Depredadores
	<i>Lonchaeidae</i>	1	0	0	Fitófagos - Nectarívoros
	<i>Culicidae</i>	1	0	0	Hematófagos
	<i>Agromyzidae</i>	1	1	1	Fitófagos - Depredadores
	<i>Scatopsidae</i>	1	0	0	Saprófagos
<i>Bibionidae</i>	1	0	0	Saprófagos	

Órdenes	Familias	Método golpeteo y pases de jama (categoría poblacional 0 a 5)			Hábito alimenticio potencial o predominante*
		Sibaté	Soacha	Pasca	
Hemiptera					
	<i>Alydidae</i>	2,	2	2	Fitófagos
	<i>Aphydidae</i>	3	2	2	Fitófagos
	<i>Lygaeidae</i>	2	1	1	Fitófagos
	<i>Anthocoridae</i>	1	1	0	Depredadores
	<i>Miridae</i>	1	0	1	Fitófagos
	<i>Cicadellidae</i>	1	1	0	Fitófagos
	<i>Pseudococcidae</i>	1	0	0	Fitófagos
Thysanoptera	<i>Thripidae</i>	5	5	3	Fitófago
Dermaptera	<i>Forticulidae</i>	1	2	1	Depredador -omnívoro
Lepidoptera	<i>Geometridae</i>	2	2	1	Fitófagos
	<i>Noctuidae</i>	2	1	1	Fitófagos
	<i>Gellechiidae</i>	1	1	0	Fitófagos
Mantodea	<i>Mantidae</i>	0	0	2	Depredador
Psocoptera	<i>Pachytroctidae</i>	1	1	0	Saprófago - omnívoro
Blattodea	<i>Blattidae</i>	1	0	0	
Orthoptera	<i>Tettigoniidae</i>	1	0	0	Omnívoro -Saprófago
	<i>Acrididae</i>	1	0	0	Fitófagos
Neuroptera	<i>Hemerobidae</i>	1	0	0	Depredadores
Collembolla (Entognatha)	<i>Entomobryomorpha</i>	2	1	0	Saprófagos - rizófagos

Fuente: elaboración propia con base en Borrór et ál., 2005; Fernández, 2006; Albertino, et ál., 2012; Vélez y Ríos, 2018.

Las 46 familias de insectos (Figura 120) que están interactuando con plantas de retamo espinoso, presentan poblaciones que son variables en el tiempo, sin embargo, la mayoría de las familias son muy frecuentes en las áreas cubiertas por retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca, bajo condiciones ecológicas representativas del páramo del Sumapaz. No obstante, hay familia que se registraron únicamente en determinados ambientes, como fue el caso de *Mantidae* (Figura 121), que se encuentra exclusivamente en la zona de Pasca, cuya evaluación se localizada a 2700

m s. n. m., así mismo, sucedió con la familia *Tettigoniidae* (Figura 122), exclusivo de Sibaté. No obstante, se registraron especímenes de insectos comunes en Sibaté, Soacha y Pasca, como los individuos de la familia *Thripidae* (Figura 123), las larvas de lepidópteros (Figura 124) y los individuos de la familia *Curculionidae* (Figura 125), estos tres últimos grupos de insectos son fitófagos.



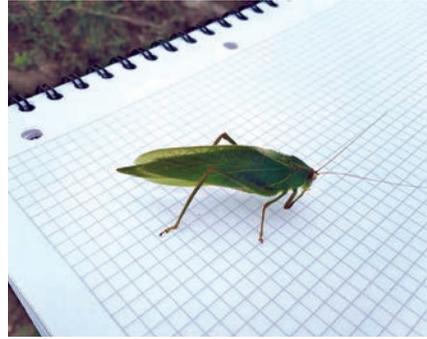
**Figura 120.** Familias de insectos asociadas al retamo espinoso en las zonas de Sibaté, Soacha y Pasca

Nota. La representación del nivel poblacional (0 a 5), donde la categoría 0: no se registra presencia; categoría 1: entre 0,1 a 1 individuos / muestreo; categoría 2: entre 1,1 a 5 individuos / muestreo; categoría 3: entre 5,1 a 10 individuos / muestreo; categoría 4: entre 11,1 a 20 individuos / muestreo; categoría 5: más de 20 individuos / muestreo.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 121.** Individuo de Mantidae presente en plantas de retamo espinoso en zona de Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 122.** Individuo de la familia Tettigoniidae presente en plantas de retamo espinoso en zona de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 123.** Individuo de la familia Thripidae presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas: Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 124.** Muestra de larva de Lepidoptera presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas en el Sumapaz: Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 125.** Individuo de Curculionidae presente en plantas de retamo espinoso en las tres zonas evaluadas en el Sumapaz: Sibaté, Soacha y Pasca, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

Los resultados expuestos y logrados durante los dos años del estudio en Sibaté, Soacha y Pasca en las alturas entre los 2700 m s. n. m. y los 3400 m s. n. m. el retamo espinoso en las áreas donde estaba presente, fue muy frecuente encontrar individuos de esta planta en floración, lo que favorece la visita y presencia de insectos polinizadores y nectarívoros, como es el caso de abejas y abejorros (*Hymenoptera: Apidae*), que fueron registrados constantemente a través del espacio tiempo del trabajo realizado, e inclusive insectos fitófagos como el caso de los trips (*Thysanoptera: Thripidae*) que prefieren estructuras florales. Contrastando lo anterior por lo reportado Ríos (2005), en los Cerros Orientales de Bogotá (alrededor de los 2800 m s. n. m.), la presencia y la floración de retamo espinoso puede ser continua a lo largo de todo el año hasta su senescencia, esto, desde que los individuos de retamo espinoso inician la fase de floración después del primer año a diferencia de las zonas de latitudes que abracan zonas templadas, donde generalmente florece una vez al año (Clements et ál. 2001). En consecuencia, le da una ventaja adaptativa y de propagación de la especie en zonas tropicales y especialmente en zonas altitudinales de la región Andina de Colombia con la producción de semillas constantemente y ampliando su rango de colonización.

Los insectos benéficos son favorecidos por relictos de “malezas” alrededor de áreas no cultivadas (Altieri y Nicholls 2009; Baptiste et ál., 2010), en este caso el retamo espinoso les provee alimento a muchos himenópteros en las zonas del páramo evaluadas, donde la floración fue visible durante el período del estudio y como lo afirman (Mora et ál., 2015.), quienes informan que el retamo espinoso en regiones tropicales florece durante todo el año.

La población de lepidópteros (estados de larvas) es observada frecuentemente en las áreas invadidas por retamo espinoso, por lo que esta especie de planta les estarían ofreciendo alimento y nicho apropiado para el desarrollo de estos insectos herbívoros, los cuales, serían potenciales controladores biológico de retamo espinoso (como es el caso de caso *Agonopterix ulicetella*, reportado por Norambuena, Escobar y Rodríguez (2001). También se podrían contemplar como alternativas de control biológico otros herbívoros que se alimentan de retamo espinoso, como fue el caso de varias familias de coleópteros y hemípteros, las cuales son predominantemente fitófagas.

## Conclusiones

La diversidad de entomofauna de insectos asociados al retamo espinoso en zona de influencia del páramo de Sumapaz (Sibaté, Soacha y Pasca), están representada en ordenes con diversidad de hábitos alimenticios. Esta diversidad en el gran número de individuos de los 12 órdenes de insectos y uno de Collembolla. Las 47 familias de insectos relacionadas o que interactúan con el retamo espinoso, es una muestra

de la gran influencia que ejerce esta maleza invasora sobre la dinámica de los ecosistemas donde se encuentran presentes, especialmente, en zona de páramo (áreas estudiadas entre los 2700 m s. n. m. y 3400 m s. n. m.), elementos relevantes para tener en cuenta al momento de implementar alternativas de manejo o regulación de esa especie de planta catalogada como maleza invasora.

Los insectos asociados al retamo espinoso son indicativos de la biodiversidad de entomofauna en áreas de páramo del Sumpaz de Sibaté, Socha y Pasca, áreas evaluadas entre los 2700 y 3500 m s. n. m., lo cual proyecta la importancia de especies de plantas en los ecosistemas, incluyendo las introducidas como el retamo espinoso.

Los hábitos alimenticios de los insectos son muy variados, lo cual, es representativo o proporcional a la gran diversidad de especies que se encuentra en la naturaleza y en los ambientes evaluados con influencia del páramo de Sumapaz. El orden Lepidoptera se caracteriza por que la mayoría de las especies de este taxa en estado inmaduro tienen hábitos alimenticios fitófagos y muchos son de importancia económica para los sistemas de producción agropecuaria, mientras que el orden Hymenoptera, aun que tienen una relación ecológica muy estrecha con las especies de plantas, prevalentemente son de hábitos parasitoides, depredadores y muchos de ellos son nectarívoros y polinívoros (familia *Apidae*), los cuales, generan múltiples beneficios para los ecosistemas naturales, los agroecosistemas y beneficios socioeconómicos para el ser humano.

En este trabajo se pudo evidenciar una gran cantidad de morfotipos o morfoespecies de insectos en las diversas familias identificadas. En el caso de diversidad de morfotipos de lepidópteros se pueden proyectar como potenciales controladores biológicos de la maleza retamo espinoso. También se resalta la gran cantidad de individuos del grupo de himenópteros como son las abejas y abejorros nectarívoros y polinívoros que contribuyen con la polinización de muchas especies de plantas cultivadas. En ese mismo orden se registraron a múltiples individuos de familias de parasitoides, como es el caso de *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Chalcidoidea*, entre otras. Toda esta comunidad de insectos en plantas de retamo espinoso puede encontrar recursos alternos para la sobrevivencia de estos o servirle de refugio y en otros tantos casos, ofrecerles un nicho apropiado que les permiten sobrevivir, aprovechando los recursos y los microclimas que ofrecen áreas colonizadas por *U. europeaus*.

Las áreas evaluadas entre los 2700 m s. n. m. y 3400 m s. n. m. reafirman la adaptación de retamo espinoso en zonas andinas de clima frío, donde, al estudiar y conocer los grupos de insectos asociados a esta planta, se evidencia la gran influencia en la dinámica de los ecosistemas en los ambientes colonizados por la misma, donde se ha dado un desplazamiento de las especies de plantas nativas.

Finalmente, se recomienda identificar específicamente la entomofauna asociada al retamo espinoso, especialmente los grupos de herbívoros, así contemplarlos dentro de un manejo o regulación integrada de retamo espinoso, donde se puedan combinar ese potencial de enemigos naturales con alternativas físicas, mecánicas y químicas, evaluando la eficiencia de la regulación de dicha maleza invasora en las zonas andinas de Colombia.

## Referencias

- Albertino, J., Rodríguez, G. A., Carvalho, J., Casari, S. y Constantino, R. (2012). *Insectos do Brasil Diversidad e taxonomía*. Editora Ltda-ME.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2009). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Editorial Icaria. [https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad\\_y\\_manejo\\_de\\_plagas\\_en\\_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad_y_manejo_de_plagas_en_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=frontcover).
- Beltran, H. y Barrera Cataño, J. (2014). Caracterización de invasiones de *Ulex europaeus* L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2) 3-26.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson N. F. (2005). *An introduction to the study of insects. Seventh edition*. Thomsomn Brooks /cole.
- Clements, D. R., Peterson, D. J. & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. *Ulex europaeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325–337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Fernández, M. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Universidad Nacional de Colombia: Sociedad Colombiana de entomología.
- Harris R.J, Toft, R., Dugdale, J., Williams, P. y Rees J. (2004). Insect assemblages in a native (*Kanuka—Kunzea ericoides*) and an invasive (*Gorse—Ulex europaeus*) shrubland.: *January New Zealand Journal of Ecology* 28(1) 35–47.
- López, G.A. (2007). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares (Especies silvestres y las cultivadas más comunes)*. (3ª ed.). Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- Missouri Botanical Garden. (2022). *Group: Dicot Rank: subspecies Kind: Autonym Herbarium Placement: Lehmann, mid, I, 128*. <http://legacy.tropicos.org/name/13072234>
- Mora, G. M., Rubio, J., Ocampo, R. y Barrera, C. (2015). *Catálogo de especies invasoras del territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D.C.
- Norambuena, M. H., Escobar, S. S. y Rodríguez A. F. (2001). *Control Biológico de Ulex europaeus* L.: *Internacion a Chile de dos poblaciones del bioagente agonopterix ulicetella (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae)*. Agricultura Técnica.
- Resolución 0207 de 2010. (2010). *Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.
- Resolución 684 de 2018. (2018). *Por medio de la cual se establecen lineamientos para las especies exóticas invasoras de los Retamos Espinosos y Retamos Lisos*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

Resolución 848 de 2008. (2008). *Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

Ríos, H.F. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasores en el Distrito Capital. Complejo invasor retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.)*. Jardín Botánico de Bogotá.

Vargas O. (1997). Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemas. *Caldasia*, 19(1-2) 331.345

Vélez-Estrada y Rios-Malavar, (2018). *Colombia, país de mariposas*. Villegas Editores.



**Figura 126.** Márgenes de carretera con focos de retamo espinoso en área de influencia de Sibaté, Cundinamarca en zona de alrededor de los 3000 m s. n. m.  
Fuente: elaboración propia.

## Órdenes de insectos asociados al retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en el municipio de Sibaté, Cundinamarca

**LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ<sup>1</sup>**

**HÉCTOR EMILIO TINJACÁ TORRES<sup>2</sup>**

**MARÍA DEL CARMEN SIERRA GARZÓN<sup>3</sup>**

1 <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360> - lbanda@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0009-0009-4013-5480> - hetinjaca@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

3 <https://orcid.org/0000-0002-1056-0808> - mdlcarmensierra@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

## El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) y entomofauna asociada

Una maleza introducida en un ecosistema interactúa con las especies de poblaciones y comunidades autóctonas de dicho ambiente, lo que puede generar competencias por recursos e interferencias alelopática en diferentes organismos que cumplen funciones tróficas en la naturaleza, tal es el caso, como puede ocurrir con los insectos depredadores, parasitoides, nectívoros, polinívoros, entre otros, los cuales aprovechan la relación con estas nuevas especies exóticas para la supervivencia o son afectados por que se desplazan elementos del ecosistema que son vitales para los organismos nativos.

Las especies de plantas exóticas invasoras generan un desequilibrio en los ecosistemas nativos y afectan a las poblaciones de insectos. El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) originario de Europa especialmente del Mediterráneo (Clements et ál., 2001) e introducido a Colombia alrededor de los años de 1950 (Baptiste, et ál., 2010), es una planta invasora que se ha encargado de desplazar a otras especies de plantas y se desconoce el impacto que ha generado a la entomofauna nativa.

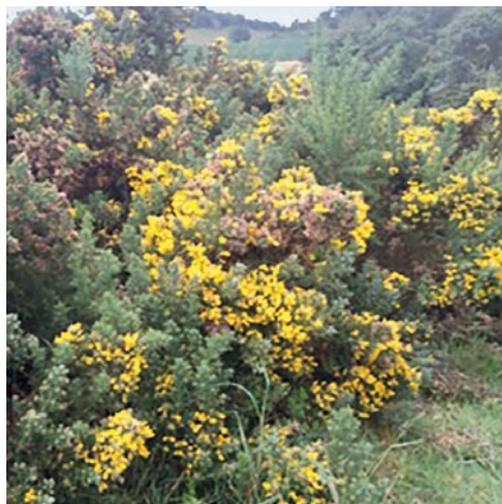
Uno de los aportes de recursos (servicios ecosistémicos) por parte de retamo a los ambientes donde se desarrolla, es que, al producir gran cantidad de biomasa, proveyendo recursos a la entomofauna, lo que representa un nicho bastante apetecible para ser visitadas por diferentes organismos, especialmente insectos que pueden ser fitófagos, saprófagos, polinizadores, predadores, parasitoides, entre otros.

El retamo espinoso - *Ulex europeaus* L. es una especie de planta que pertenece al orden Fabales, familia *Fabaceae* (Missouri Botanical Garden, 2022). Es un arbusto que puede sobrepasar los 2,5 m de altura en zonas andinas de Colombia (Ríos, 2005), las plantas producen gran cantidad de semillas, las cuales al momento de emerger colonizan nuevas áreas, especialmente disturbada (Figura 127) crecen con densa formación de biomasa (Figura 128) (Mora et ál., 2015; López, 2007, Clements et ál., 2001). Su distribución es especialmente en la zona Andina a alturas superiores a los 2500, abarcando zonas de páramos, especialmente en Cundinamarca, Antioquia y Boyacá (Vargas 1997). En las Figuras 129 y 130, se observó la presencia de relicto o “focos” de plantas de retamo espinoso en la zona de Sibaté alrededor de los 3200 m s. n. m.

En este trabajo se presenta una aproximación a ordenes de insectos asociados al retamo espinoso en áreas de influencia del Sumapaz en Sibaté, Cundinamarca – Colombia, tomando como referencia tres veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral, las cuales están ubicada entre los 2800 y 3300 m s. n. m. Es así como, mediante muestreos en las tres localidades, se propuso el objetivo de observar y cuantificar órdenes de insectos que interactúan con poblaciones de *U. europeaus* en áreas de influencia del páramo del Sumapaz y tener una aproximación a la diversidad de entomofauna que tiene relaciones ecológicas con la maleza de retamo espinoso.



**Figura 127.** Crecimiento de plantas de retamo espinoso en áreas disturbadas por quema en Zona de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 128.** Plantas de retamo espinoso con una densa producción de biomasa en la zona de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 129.** Área cubierta por retamo espinoso en veredas de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 130.** Áreas cubiertas por retamo espinoso sobre borde de carretera en la vereda Romeral de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

## Insectos asociados al retamo espinoso: metodología de la investigación

### Localización y condiciones ecológicas de las veredas de Sibaté

En tres veredas de Sibaté se ubicaron áreas con presencia de retamo espinos, las cuales fueron: Las Delicias (04° 28' 50,8" 74° N; 14' 33,6" W); Usabá (04° 27' 59,6" N; 74° 13' 50,6" W) y Romeral (04° 26' 30,1" N; 74° 13' 59,3" W) (Cundinamarca – Colombia). Los sitios de muestreo en las veredas se encuentran entre los 2800 y 3350 m s. n. m. (metros sobre el nivel del mar) (Figura 131 y 132).



Figura 131. Ubicación del municipio de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: Google Earth Pro, 2023.

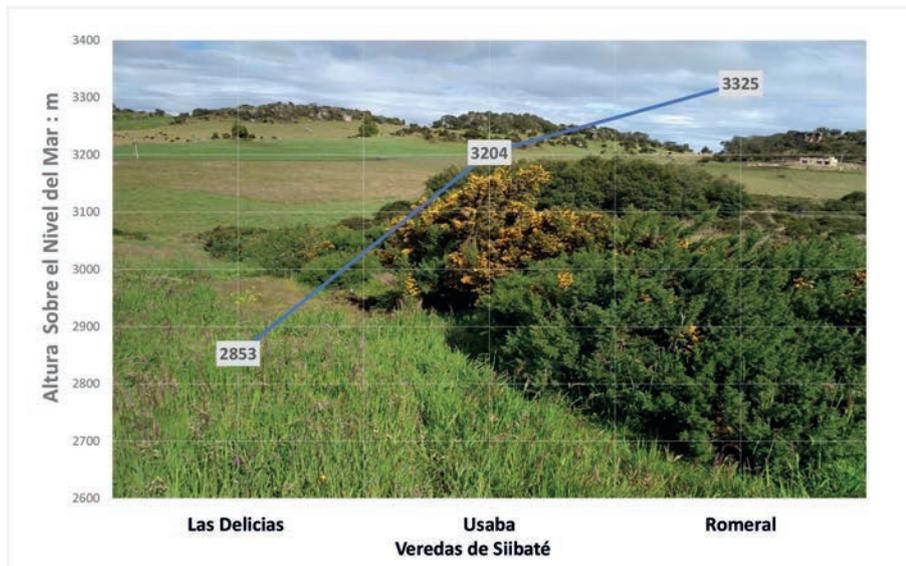
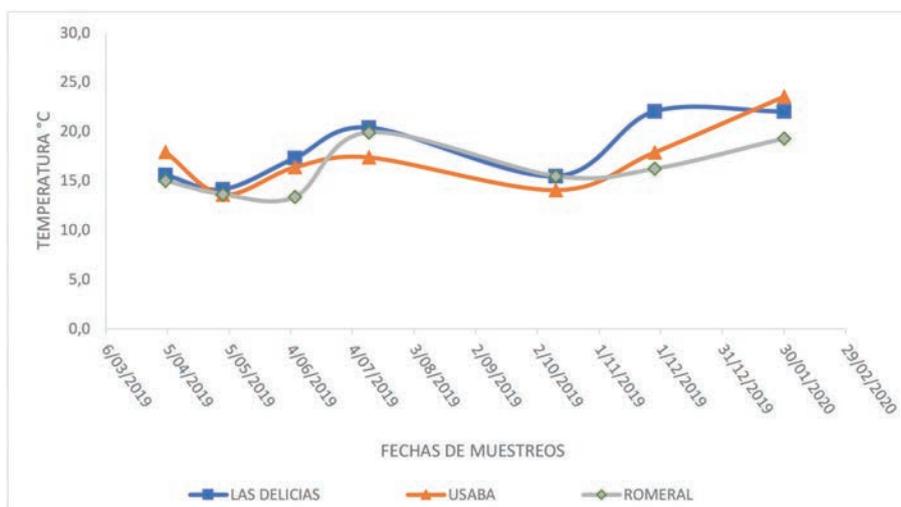


Figura 132. Altura sobre el nivel del mar (a. s. n. m.) de las veredas Las Delicias, Usaba y Romeral de Sibate, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

## Temperatura y humedad relativa en áreas de muestreo

La temperatura durante las evaluaciones realizadas entre el año 2019 y 2020, estuvo alrededor de los 18, 17 y 16 °C (Figura 133) en las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral, respectivamente. Las temperaturas mínimas de 13 °C en Romeral y máximas en Usabá y Las Delicias, entre 22 y 23 °C. Este rango de temperatura relacionado con la diferencia cercana a 500 m s. n. m. entre Las Delicias y Romeral (Tabla 19).



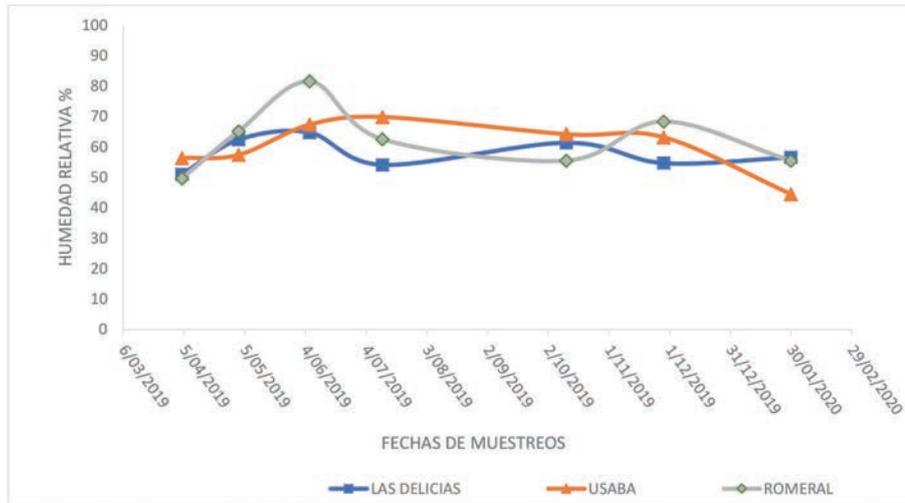
**Figura 133.** Comportamiento de la temperatura (°C) evaluadas en las veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral del municipio de Sibaté entre 2019-2020  
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19.** Temperatura mínima, media y máxima de las veredas evaluadas en el municipio de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral en 2019-2020

Veredas	Temperatura		
	Mínima	Media	Máxima
Las Delicias	14,1 °C	18,1 °C	22,0 °C
Usabá	13,6 °C	17,2 °C	23,5 °C
Romeral	13,3 °C	16,1 °C	19,9 °C

Fuente: elaboración propia.

La humedad relativa varió alrededor de 57, 60 y 62 %, correspondientemente, para cada vereda (Figura 134). En las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral, los valores de humedad relativa oscilaron entre 44,5 % y 81,6 %, siendo representativa de las diferencias agroecológicas de las tres zonas o ecosistemas (Tabla 20) y son factores ambientales denso-independientes que afectan la dinámica de las poblaciones.



**Figura 134.** Fluctuación de la humedad relativa (%) las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral evaluadas del municipio de Sibaté 2019-2020  
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 20.** Humedad relativa (%) mínima, media y máxima de las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral evaluadas del municipio de Sibaté 2019-2020

Veredas	Humedad relativa		
	Mínima	Media	Máxima
Las Delicias	51,0 %	57,8 %	64,7 %
Usabá	44,5 %	60,4 %	69,8 %
Romeral	49,7 %	62,6 %	81,6 %

Fuente: elaboración propia.

## Áreas de evaluación de muestreo de entomofauna en Sibaté, Cundinamarca

Las áreas seleccionadas fueron “focos” o puntos en espacios ruderales en bordes de carreteras y lotes cubiertos por retamo espinoso en las veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral de Sibaté, Cundinamarca (Figuras 135 a 139).



**Figura 135.**  
Foco de retamo espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 136.** Lotes invadidos por la maleza de remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 137.** Lotes invadidos por la maleza remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 138.** Lotes invadidos por la maleza remato espinoso en Romeral, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 139.** Zona ruderal al borde de carretera invadida por la maleza remato espinoso en zona de Usabá, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

## Metodología de Muestreo de entomofauna asociada al retamo espinoso

Se implementó el método sistemático al azar, en el que se llevó a cabo la selección de áreas (focos) cubiertas con plantas de retamo espinoso, en los que se seleccionaron transectos de 5 m lineales, con observación directa de los puntos al azar en las tres localidades de Sibaté. Los objetos a los que fue dirigida la evaluación fueron plantas de retamo y los insectos asociados (Figura 140 y Figura 141).



**Figura 140.** Planta de retamo espinoso con racimo de flores y presencia de insectos en Romeral, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 141.** Foco de retamo espinoso en las veredas: Las Delicias, Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

La unidad de muestreo se definió teniendo en cuenta la referencia de la FAO (2002): “la unidad mínima de observación de la que se obtendrá información de las variables útiles”, también se tuvo como referencia a García (2004), quien define la unidad de muestreo como parte de la planta o medio donde se ubican los atropados que se van a evaluar, por tanto, en este trabajo se definió como macrounidad de muestreo a los 5 m lineales con plantas de retamo, las unidades de muestreo fueron los pases dobles de la red entomológica (jama) y el golpeteo, alrededor de un metro cuadrado a nivel vertical de las plantas de retamo espinoso.

Al ubicar el punto de muestreo, se procedió a realizar pases dobles de jama (“jameo”) (Figura 142) alrededor de cada sitio, en 5 m lineales.



**Figura 142.** Muestreo mediante pases dobles de jama o "jameo" alrededor de cada sitio, en 5 m lineales  
Fuente: elaboración propia.

### Parámetros evaluados en campo

Se determinaron porcentajes de área o volumen con estados de desarrollo del retamo: vegetativo y reproductivo (floración y fructificación) y la senescencia así:

- Densidad o abundancia de la población: se evaluó el número de individuos por cada unidad de muestreo seleccionado durante el periodo de abril de 2019 y febrero de 2020.
- Número de órdenes: datos obtenidos a partir de la recolección de individuos en cada muestreo que estaban asociados a la planta de retamo espinoso.

### Estados fenológicos de retamo espinoso en periodo de evaluación, en las veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral

Durante el periodo de evaluación se registraron los estados fenológicos del retamo espinoso: vegetativo, reproductivo (floración y fructificación) y senescencia (Figura 143). En todos los muestreos se registraron los cuatro estados evaluados en las tres localidades.



**Figura 143.** Estados fenológicos: Vegetativo (Ve), Floración (Fl), Fructificación (Fr) y Senescencia (Sc) observados y evaluados en plantas de retamo espinoso en las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019 -2020.  
Fuente: elaboración propia.

Las condiciones agroecológicas de Colombia, especialmente en regiones andinas, en pisos térmicos fríos, le permiten a la planta de retamo espinoso adaptarse fácilmente, generando una colonización acelerada, en contraste con clima el origen, el cual es europeo, pero se ha podido adaptar a los climas tropicales, especialmente a los andinos con “traslape” en estados fenológicos durante todo el año (Beltrán y Barrera, 2014; Gutiérrez, 2006).

Para las tres veredas, las plantas de retamo espinoso muestran una mayor proporción de estado vegetativo (Figura 144), lo cual está relacionado con las condiciones agroecológicas del lugar que le permiten generar biomasa constantemente. Según Beltrán y Barrera (2014), en estudios realizados en el bosque altoandino esta planta, al ser perenne, genera constantes ramificaciones y gran cantidad de follaje, sumado a la capacidad de fijar nitrógeno al tener una simbiosis con microorganismos del suelo como las bacterias fijadoras de nitrógeno. Ese “comportamiento” fenológico de retamo espinoso, en las condiciones evaluadas alrededor de los 3000 m s. n. m., podría estar influenciando la presencia de determinados grupos de insectos y de otros animales que tienen alguna relación ecológica con dicha especie.



Figura 144 a.; 144 b. y 144 c. Porcentaje de los estados fenológicos de retamo en las veredas: a. Las Delicias, b. Usabá y c. Romeral, evaluadas del municipio de Sibatá 2019 -2020 Fuente: elaboración propia.

En la ponderación de las proporciones de los estados fenológicos de retamo espinoso (Tabla 21) se observó que, para el estado de reproducción (floración y fructificación), hay un mayor porcentaje de esta planta en las veredas Usabá y Romeral, en comparación de Las Delicias, por consiguientes, los resultados muestran que la planta de retamo espinoso se adapta fácilmente a las condiciones climáticas del páramo y sus alrededores, facilitando su expansión. En estudios realizados por Beltrán y Barrera, (2014), se identifica la plasticidad de esta planta en su entorno y la facilidad de colonización y reproducción constante. Es estado vegetativo de retamo espinoso, con un 47,33 %, es el que más predomina para esta maleza en las áreas evaluadas en Sibaté.

**Tabla 21.** Estados fenológicos de retamo espinoso en Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019-2020

Veredas	Estados fenológicos			
	Vegetativo	Floración	Fructificación	Senescencia
Las Delicias	57,30 %	10,40 %	15,50 %	16,80 %
Usabá	43,00 %	16,00 %	30,00 %	11,00 %
Romeral	41,70 %	21,20 %	34,20 %	2,90 %
Promedio	47,33 %	15,87 %	26,57 %	10,23 %

Fuente: elaboración propia.

## Densidad de la población hexápoda en la planta de retamo espinoso

La vereda donde se presentó mayor cantidad de individuos Hexápoda sobre plantas de retamo espinos fue en Las Delicias, con 722 individuos, ubicada a 2850 m s. n. m.; seguido por la vereda Romeral, con 671 individuos, ubicada a 3323 m s. n. m (Figura 145). Estas dos veredas y sus alrededores estaban destinados principalmente al pastoreo. En la vereda Usabá, con 557 individuos, ubicada a 3200 m s. n. m., rodeada principalmente por cultivos de papa y lotes de pastoreo. Los resultados muestran que la fluctuación de la comunidad de insectos en el retamo espinoso es variable en cada vereda, siendo indicador de la dinámica de poblaciones, lo cual es muy variable en el tiempo y espacio, especialmente en los agroecosistemas o ambientes disturbados.



Figura 145. Fluctuación de la densidad poblacional de Hexápoda en las veredas del municipio de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral 2019-2020  
Fuente: elaboración propia.



### Órdenes de hexápoda asociados al retamo espinoso

En las tres veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral se registraron entre 11, 12 y 11 órdenes del subfilo Hexápoda, respectivamente (Tabla 22), se presentan frecuencias y proporciones en los diferentes muestreos en cada vereda, junto a la proporción de individuos colectados. El orden Thysanoptera, Diptera y Coleoptera se presenta con frecuencias de por encima del 80 %. También se describen la frecuencia y proporción de otros artrópodos presentes en la planta de retamo espinoso, del subfilo Chelicerata, clase Arachnida y el orden Acari, con una presencia relativamente frecuente. La diversidad y alta frecuencia de insectos y otros artrópodos asociados al retamo espinoso en Sibaté, Soacha y Pasca, reflejan la generación de nichos adecuados para el desarrollo de dichas poblaciones.

**Tabla 22.** Frecuencia y proporciones de la entomofauna encontrada en tres veredas del municipio de Sibaté

Hexápoda		Veredas					
		Las Delicias		Usabá		Romeral	
		Frecuencia (%)	Proporción (%)	Frecuencia (%)	Proporción (%)	Frecuencia (%)	Proporción (%)
1	Thysanoptera	93,75	6,46	75	18,29	93,75	23,12
2	Diptera	62,5	1,1	93,75	26,69	93,75	14,3
3	Coleoptera	68,75	2,78	87,5	12,36	81,25	18,95
4	Hemiptera	56,25	1,39	43,75	7,74	87,5	8,22
5	Hymenoptera	50	0,62	68,75	8,4	68,75	2,98
6	Psocoptera	50	0,91	31,25	3,62	43,75	2,86
7	Lepidoptera	25	0,91	18,75	1,15	18,75	0,95
8	Dermaptera	31,25	0,37	18,75	1,65	6,25	0,12
9	Blattodea	12,5	0,11	6,25	0,16	6,25	0,24
10	Orthoptera	6,25	0,04	12,5	0,49	0	0
11	Neuroptera	0	0	6,25	0,16	12,5	0,24
12	Entomobryomorpha	62,5	11,69	12,5	2,47	43,75	7,99
	Otros artrópodos						
1	Acari	100	70,49	12,5	0,82	25	11,92
2	Aranea	75	3,1	75	15,65	81,25	7,99
3	Pseudoscorpionida	6,25	0,04	6,25	0,16	6,25	0,12
4	Opiliones	0	0	6,25	0,16	0	0
	Total		100		100		100

Fuente: elaboración propia.

### Análisis estadístico de la población hexápoda en tres veredas del municipio de Sibaté

El análisis de varianza para la población de insectos presenta diferencias significativas entre los muestreos ( $p$ -valor  $< 0,0003$ ), en el caso de veredas no hubo diferencia significativa ( $p$ . valor  $< 0,0877$ ) (Tabla 23).

**Tabla 23.** Análisis de varianza para la densidad poblacional de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral, Sibaté 2019 -2020

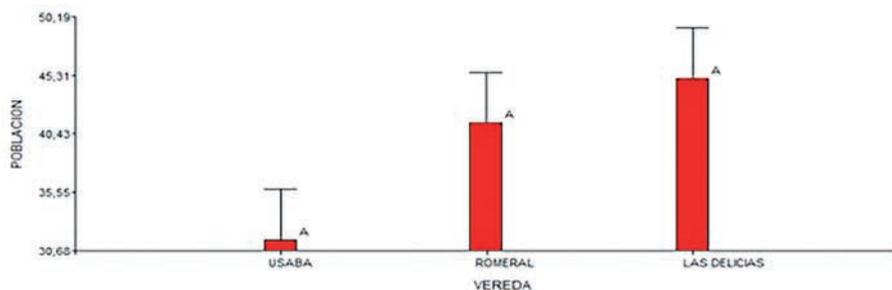
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Población	48	0,73	0,46	43,16	
Cuadro de Análisis de la Varianza (Sc tipo III)					
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18222,81	23	792,30	2,75	0,0084
Vereda	1554,00	2	777,00	2,70	0,0877
Muestreo	12721,48	7	1817,35	6,31	0,0003
Vereda*Muestreo	3947,33	14	281,95	0,98	0,5005
Error	6809,50	24	287,90		
Total	25132,31	47			

Fuente: elaboración propia.

Se presentó un coeficiente de correlación del 0,73 lo cual indica que el modelo estadístico se ajusta, seguido por un coeficiente de variación del 43,16, lo que indica una dispersión media de los datos, esto es atribuido al evaluar organismos vivos, los cuales presentan una dinámica poblacional en el tiempo y espacio —con interacciones e influencias por las condiciones ambientales en las cuales interactúa la entomofauna con respecto al ecosistema—, en consecuencia, hay cambios constantes de agentes bióticos y abiótico en las condiciones agroecológicas que afectan la dinámica de las poblaciones (Altieri y Nicholls, 2009).

#### *Prueba de comparación de Tukey para la población de insectos en las tres veredas evaluadas*

No se presentó diferencia significativa para la población de insectos entre las veredas donde se realizó el trabajo (Figura 146), atribuido a que en las tres veredas se presentó una cantidad de individuos semejantes, indicando una adaptación entre los órdenes y la altitud presentada en los diferentes puntos.



**Figura 146.** Prueba de comparación de Tukey para la población de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral en el Sibaté 2019 -2020  
Fuente: elaboración propia.

### Prueba de comparación de Tukey para la población de insectos en los muestreos

Para la población de insectos entre el muestreo 1 y 8 se observaron diferencias significativas (Figura 147), en este caso es atribuido a la cantidad de individuos encontrados, en el inicio se presentó mayor cantidad.

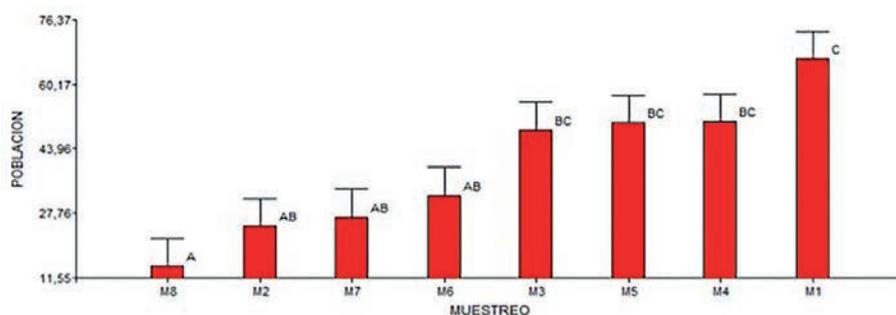


Figura 147. Prueba de comparación de Tukey para los muestreos de la población de insectos en las veredas evaluadas: Las Delicias, Usabá y Romeral en el Sibaté 2019 -2020  
Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

En la zonas de Sibaté, con presencia de retamo espinoso, se observó que las plantas de tienen una constante producción de biomasa, lo que involucra varios estados fenológicos en las misma planta: vegetativo y reproductivo (floración y fructificación) y senescencia, indicador de la buena adaptación de esta maleza exótica en zonas andinas, especialmente, en los páramos de Colombia, lo que estaría repercutiendo en la comunidad de insectos asociados al retamo espinoso en los ecosistemas evaluados.

El estado fenológico que predomina en la planta de retamo espinoso es el vegetativo, lo que representa su alta adaptación a ecosistemas altoandinos o zonas de páramo, no obstante, la producción constante de semillas le dan una ventaja de planta invasora y de difícil regulación en las áreas invadidas.

La cantidad de ordenes Hexápoda encontrados y asociados al retamo espinoso durante las evaluaciones realizadas en las veredas de Las Delicias, Usabá y Romeral fueron 11, 12, 11 órdenes respectivamente, destacando la mayor densidad de la población y frecuencia en los órdenes Thysanoptera, Coleoptera y Diptera.

El análisis estadístico arrojó una diferencia significativa entre el muestreo dos, de la vereda Usabá y el muestreo uno, de la vereda Las Delicias, mientras que en los siguientes muestreos no se observaron diferencias significativas, reflejo de la dinámica variable en el tiempo y el espacio, influenciada por las condiciones de cada ecosistema.

## Referencias

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2009). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria editorial. Barcelona. 247p. En. [https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad\\_y\\_manejo\\_de\\_plagas\\_en\\_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad_y_manejo_de_plagas_en_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=frontcover).
- Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D. y Lasso, C. (Eds.) (2010). *Análisis del riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Bogotá. Instituto Humboldt.
- Beltrán, H. y Barrera, J. (2014). Caracterización de invasiones de *Ulex europeaus* L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2) 3-26.
- Clements, D. R., Peterson, D. J. & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europeaus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325–337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- García, F. (2004). El muestreo de poblaciones de artrópodos: principios y métodos. *Phytoma España*. 164 (12-18).
- López, G. (2007). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares (Especies silvestres y las cultivadas más comunes)*. (3ª ed.). Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- Mora, G., Rubio, J., Ocampo, R. y Barrera, C. (2015). *Catálogo de especies invasoras del territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana y CAR. Bogotá, D.C.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustible de madera*. FAO Roma.
- Ríos, H. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital. Complejo invasor retamo espinoso (Ulex europeaus L.)*. Jardín Botánico de Bogotá.
- Vargas, O. (1997). Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemadas. *Caldasia*, 19(1-2), 331-345



**Figura 148.** Presencia de abejas en flores de retamo espinoso en zonas de Sibaté, Cundinamarca 2021  
Fuente: elaboración propia.

## Himenópteros (Apidae) nectívoros y polinívoros asociados al retamo espinoso (*Ulex europeus* L.)

**LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ<sup>1</sup>**

**HÉCTOR EMILIO TINJACÁ TORRES<sup>2</sup>**

---

1 <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360> - lbanda@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0009-0009-4013-5480> - hetinjaca@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

## Abejas y abejorros (*Hymenoptera: Apidae*) y retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.)

Los ecosistemas proporcionan diferentes servicios al ser humano, dentro de los cuales se destacan los servicios de abastecimiento, de apoyo, culturales y de regulación de los procesos ecosistémicos. En este último, se resalta la polinización de las plantas, cuya función es ejercida en la mayoría de las especies por acción entomófila —polinización por insectos, como las abejas—, que incide en encerca de un 35 % de la producción agrícola mundial (FAO, 2022).

En los ecosistemas naturales y agroecosistemas las especies de arvenses o malezas pueden servir de hospederos alternos para muchos insectos o generar nichos que les permite la supervivencia. El retamo espinoso (*Ulex europeaus* L.) se ha adaptado y ha colonizado ecosistemas en áreas de páramo, interactuando con diferentes agentes bióticos nativos como la entomofauna (Figura 149). Por consiguiente, es necesario estudiar la relación de los insectos y en particular, la de los polinizadores con plantas nativas, como también con malezas introducidas para aportar al manejo y conservación de dichos organismos que generan un servicio ambiental de gran valor para la humanidad, como los polinizadores de múltiples especies de plantas cultivadas y no cultivadas. De igual modo, existe una necesidad de regulación o control de malezas exóticas que afectan los ecosistemas y agroecosistemas nativos.

**Figura 149.** Flores representativas del *Ulex europeaus* con presencia de *Apis mellífera*  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 150.** Presencia de retamo espinoso en el Sumapaz e interacción con plantas de frailejón  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 151.** Ejemplar de Hymenoptera asociado al retamo espinoso en Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

Las malezas exóticas invasoras como el *U. europaeus* generan un impacto representativo en los ecosistemas, dado que compiten con la flora nativa como sucede con los páramos, donde dicha maleza se ha encargado de desplazar a especies como el frailejón (*Espeletia* sp.) (Figura 150), sin embargo, se desconoce el impacto que ha generado a la entomofauna nativa, con especial atención a Hymenoptera (Figura 151).

La diversidad de insectos de la familia Hymenoptera está caracterizada por los grupos de abejas, abejorros, avispas y hormigas, los cuales están representados por especies polínivoras, nectaríferas, fitófagas, controladores biológicos (depredadores y parasitoides) (Borror et ál., 2005; Fernández, 2006), entre otros hábitos alimenticios que cumplen las funciones tróficas en los ecosistemas naturales y agroecosistemas que contribuyen al equilibrio de dichos ambientes.

La familia de insectos Apidae —representados por las abejas y abejorros— interactúa constantemente con diferentes especies de las plantas *Magnoliophyta* —que producen flores—, cumpliendo una relación mutualista de aprovechamiento de recursos como néctar y polen y favoreciendo a las plantas con la polinización. En este contexto se resalta a *Aphis mellífera* L y abejorros (Hymenoptera: Apidae), quienes contribuyen con la polinización de múltiples especies a nivel natural y especies de plantas agrícolas, siendo representativos varios géneros de abejorros como: *Bombus* en Solanaceae, *Xilocopa* en Pasifloraceae y *Nanotrigona* en fresas (Nates, 2006).

En este trabajo de investigación se evaluó la presencia de familias de Hymenoptera —sobre todo a las abejas y abejorros (Hymenoptera: Apidae)— asociados a la maleza de retamo espinoso en las veredas: Las Delicias, Usabá y Romeral del municipio de Sibaté, Cundinamarca.

## Evaluación de himenópteros (abejas y abejorros) en áreas con retamo espinoso de Sibaté, Cundinamarca

En esta investigación se realizaron evaluaciones de los insectos en áreas cubiertas por retamo espinoso (Figura 152), ubicadas entre los 2800 y 3350 m s. n. m., mediante observación directa en Las Delicias y Usabá y Romeral, veredas de Sibaté, Cundinamarca. Se realizaron evaluaciones en los años 2019 a 2021. La geocalización de las veredas fue: Las Delicias (04° 28' 50,8" N; 74° 14' 33,6" W); Usabá (04° 27' 59,6" N; 74° 13' 50,6" W) y Romeral (04° 26' 30,1" N; 74° 13' 59,3" W).

Se realizaron observaciones y cuantificación de abejas y abejorros (Hymenoptera) en el momento en el que estos insectos realizaban la actividad de forrajeo en flores del retamo espinoso (Figura 153). Las evaluaciones se realizaron entre las 8:00 horas y las 12:00 horas, en las que se detectó la mayor actividad de dichos insectos. La cuantificación se realizó en transectos de 5 m lineales, tomando 5 muestras por vereda.

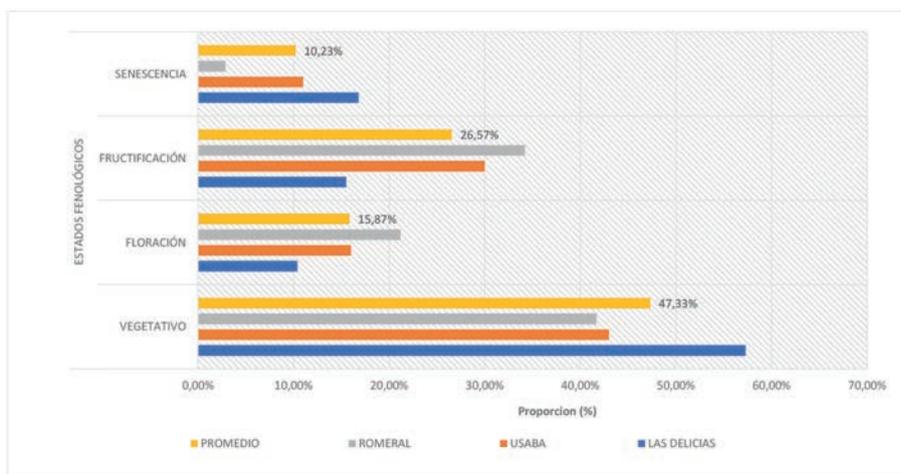
En la evaluación de la presencia de abejas y abejorros de la familia Apidae se tuvo como covariables el reconocimiento del estado fenológico de retamo espinoso en campo. De los estados fenológicos representativos de plantas de retamo espinoso en las veredas de Sibaté, Las Delicias, Usabá y Romeral (Figura 154) se destaca un ponderado del estado reproductivo de floración de alrededor del 15 % en las plantas evaluadas, factor determinante para la visita de abejas y abejorros a plantas de retamo espinoso en las zonas invadidas por esta planta. Durante el año aproximado de evaluación siempre se observó la formación de flores en las plantas de *U. europeaus*.



**Figura 152.** Área o transecto con retamo espinoso para evaluación de la presencia de insectos polinizadores en Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 153.** Visita de abejas a flores de retamo espinoso en las zonas evaluadas  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 154.** Proporción (%) de estados fenológicos representativos de plantas de retamo espinoso en las tres veredas de Sibaté: Las Delicias, Usabá y Romeral  
Fuente: elaboración propia.

## Familias de Hymenoptera asociadas al retamo espinoso

Se registraron 10 familias de Hymenoptera en áreas invadidas por retamo espinoso en las veredas antes mencionadas. Las familias fueron: Apidae, Encyrtidae, Ichneumonidae, Braconidae, Vespidae, Eulophidae, Torymidae, Pteromalidae, Eulophidae, Eurytomidae, Platygastriidae. Estas familias fueron ubicadas, en su mayoría, en las tres veredas, especialmente, la Apidae, Braconidae, e Ichneumonidae. En la mayoría de las familias se registraron hábitos polinívoros y nectívoros, actuando como polinizadores.

A continuación, se presenta el registro de las familias de Hymenoptera con imágenes representativas en las veredas de Sibaté, Cundinamarca, las cuales estaban interactuando con plantas de *U. europeus*. Para cada una de las familias de himenópteros que se lograron registrar, se relacionan los hábitos alimenticios más frecuente según las fuentes de información consultadas de Borror et ál. (2005) y Fernández (2006).

### a. Familia: Apidae (Figura 155).

Lugar de registro en Sibaté,  
ubicación: Romeral, Las Delicias  
y Usabá.

Hábito alimenticio frecuente:  
polinívoros y nectívoros  
(polinizadores).



**Figura 155.** Individuo de Hymenoptera de la familia Apidae (abeja *Apis mellifera*) sobre flores de retamo espinoso, en veredas de Sibaté: Romeral, Las Delicias y Usabá  
Fuente: elaboración propia.

**b. Familia: Ichneumonidae**

(Figura 156).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:

Romeral, Las Delicias y Usabá.

Hábito alimenticio frecuente:

parasitoides, hiperparasitoides de insectos y artrópodos.



**Figura 156.** Individuo de Hymenoptera de la familia Ichneumonidae registrada en follaje de retamo espinoso en veredas de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

**c. Familia: Braconidae**

(Figura 157 a y b).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:

Romeral, Las Delicias y Usabá.

Hábito alimenticio frecuente:

parasitoides, hiperparasitoides de insectos.



**Figura 157.** Individuos (a y b) de Hymenoptera de la familia Braconidae registrada sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral, Las Delicias y Usabá  
Fuente: elaboración propia.

**d. Familia: Encyrtidae**

(Figura 158).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:

Las Delicias y Usabá.

Hábito alimenticio frecuente:

parasitoides e hiperparasitoides de insectos.



**Figura 158.** Individuo Hymenoptera de la familia Encyrtidae, registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Las Delicias y Usabá.  
Fuente: elaboración propia.

**e. Familia: Vespidae**

(Figura 159).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:

Las Delicias y Usabá.

Hábito alimenticio frecuente:

predadores de insectos.



**Figura 159.** Individuo Hymenoptera de la familia Vespidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Las Delicias y Usabá  
Fuente: elaboración propia.

**f. Familia: Eulophidae**

(Figura 160).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:  
Romeral.Hábito alimenticio frecuente:  
parasitoides de insectos.

**Figura 160.** Individuo Hymenoptera de la familia Eulophidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral  
Fuente: elaboración propia.

**g. Familia: Torymidae**

(Figura 161).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:  
Las Delicias.Hábito alimenticio frecuente:  
parasitoides de insectos.

**Figura 161.** Individuo Hymenoptera de la familia Torymidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Romeral  
Fuente: elaboración propia.

**h. Familia: Pteromalidae**

(Figura 162 a y b).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:  
Usabá y Romeral.Hábito alimenticio frecuente:  
parasitoides de insectos.

**Figura 162.** Individuo Hymenoptera (a y b) de la familia Pteromalidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá y Romeral  
Fuente: elaboración propia.

**i. Familia: Eurytomidae**

(Figura 163).

Lugar de registro en Sibaté, ubicación:  
Usabá y Las Delicias.Hábito alimenticio frecuente:  
parasitoides, fitófagos (formadores  
de agalla y afectación de semillas) e  
hiperparasitoides.

**Figura 163.** Individuo Hymenoptera de la familia Eurytomidae registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá, Las Delicias  
Fuente: elaboración propia.

**j. Familia: Platygasteridae**

(Figura 164).

Lugar de registro en Sibaté,  
ubicación: Usabá y Las Delicias.

Hábito alimenticio frecuente:  
parasitoides de insectos.



**Figura 164.** Individuo Hymenoptera de la familia Platygasteridae, registrado sobre follaje de retamo espinoso en Sibaté: Usabá, Las Delicias  
Fuente: elaboración propia.

## Insectos *Apidae* (abejas y abejorros) asociados al retamo espinoso

Los insectos nectaríferos o nectívoros e inclusive polinívoros cumplen la función polinizadora de múltiples especies de plantas cultivadas determinante en la producción agrícola que requiere de la polinización entomófila y depende en gran medida de polinizadores como las abejas y abejorros (Figuras 165 a 168), quienes visitan flores, en este caso de gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *Edulis*), cuyas plantas dependen de los abejorros para producir frutos de buena calidad, así como buenos rendimientos en los cultivos.

**Figura 165.** Llegada de abejorro (*Xylocopa* sp.) a flores de Gulupa  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 166.**  
Forrajeo de abejorro (*Xylocopa* sp.) en plantas de gulupa para ubicar flores  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 167.**  
Aproximación de abejorro (*Xylocopa* sp.) a flores de gulupa en proceso de polinización  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 168.**  
Visita de abeja (*Apis mellifera*) a flores de gulupa  
Fuente: elaboración propia.

En los agroecosistemas con presencia de retamo espinoso, estas plantas pueden ser fuente de néctar y polen para diferentes insectos, contribuyendo con la supervivencia de estas especies de gran valor —que además ayudan con la alimentación del ser humano— por ser mediadoras de la polinización de especies cultivadas. A continuación, se muestra la visita de un individuo de la abeja *Apis melífera* a flores de *U. europeaus* en zona de Sibaté, Cundinamarca (Figura 169).



Figura 169. Visita de una abeja a flores de retamo espinoso  
Fuente: elaboración propia.

### Población de abejas en plantas de *U. europeaus* en Sibaté, Cundinamarca

Las veredas Las Delicias, Usabá y Romeral registraron la presencia de abejas en el retamo espinoso. La fluctuación de la población varió entre 0 y 12 individuos por unidad de muestreo (5 m lineales con plantas de retamo espinoso), con el mayor registro en el mes de noviembre de 2019 (Figura 170). Las condiciones ambientales —temperatura, humedad y otras— afectan a las poblaciones evaluadas. Estos factores denso-independientes regulan naturalmente a las abejas y abejorros en la zona de estudio. De Bach (1975), y Van den Bosch et ál. (1982) afirman que las condiciones climáticas contribuyen a la regulación natural de poblaciones. En este estudio se pudo observar las variaciones de temperatura y humedad en las áreas evaluadas, las cuales contribuyen a la fluctuación de las poblaciones en el tiempo.

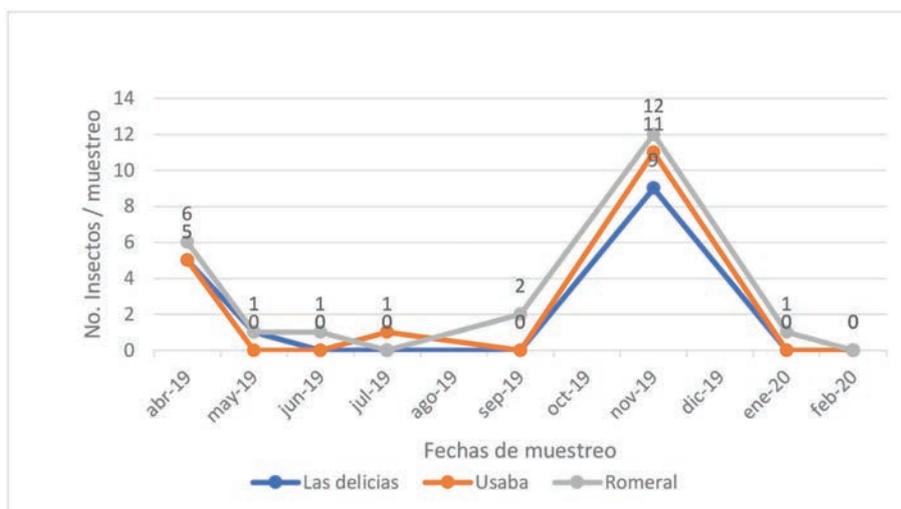


Figura 170. Fluctuación poblacional de abejas (*Apis mellifera*) en plantas de retamo espinoso en Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

### Población de abejorros en plantas de *U. europeus* en Sibaté, Cundinamarca

El registro de la población de abejorros se dio en Las Delicias y Usabá —esta última con los mayores registros (Figura 171)—, dichas áreas están por debajo de los 3200 m s. n. m. y el número de individuos por unidad de muestreo varió entre 0 y 4 individuos por unidad de muestreo.

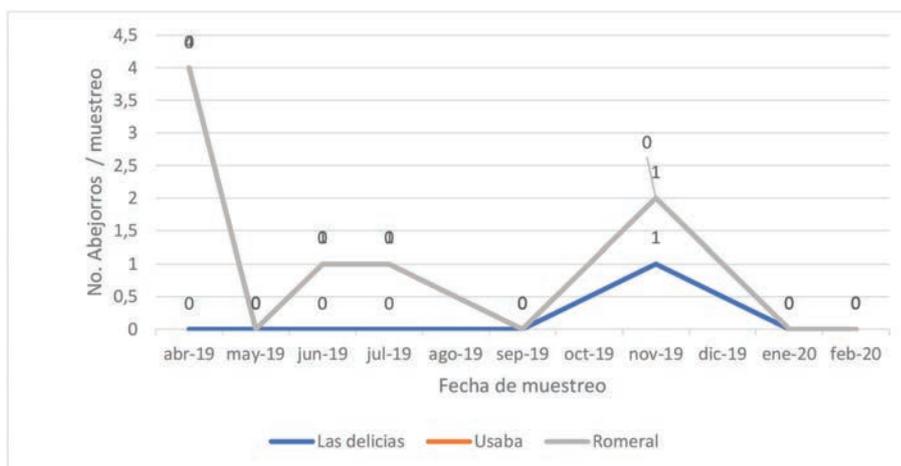


Figura 171. Fluctuación poblacional de abejorros en plantas de retamo espinoso en tres zonas de estudio de Sibaté  
Fuente: elaboración propia.

### Frecuencia de presencia de abejas y abejorros en las tres veredas evaluadas

Las abejas fueron más frecuentes en la vereda Romeral a 3325 m s. n. m. (con un 75 %), en esta vereda no registrando presencia de abejorros, pero sí fueron más frecuentes en Usabá (con el 50 %) (Tabla 24). Los insectos benéficos son favore-

cidos por relictos de “malezas” alrededor de áreas no cultivadas (Baptiste et ál., 2010; Altieri y Nicholls, 2009), en este caso el retamo espinoso provee alimento a las abejas y abejorros en las áreas donde se registra la presencia de estos. La floración de retamo espinoso fue visible durante todo el período del estudio y como lo afirman (Mora et ál., 2015), dicha planta en regiones tropicales florece durante todo el año.

**Tabla 24.** Frecuencia (%) de registros o de presencia de abejas y abejorros sobre *U. europaeus* en las tres veredas Las Delicias, Usabá, Romeral en Sibaté

Veredas:	Las Delicias	Usabá	Romeral
Frecuencia de Abejas (%)	50,0	37,5	75,0
Frecuencia de Abejorros (%)	13,0	50,0	0,00

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Los himenópteros polinizadores y nectarívoros son esenciales para la polinización de diferentes plantas cultivadas en la región del Sumapaz, entre otras especies como los cultivos del género *Passiflora*. Teniendo en cuenta que la planta de retamo espinoso ofrece alimento alternativo a los insectos benéficos, podría estar sirviendo como refugio y hospederos alternos, lo que contribuye con la sobrevivencia de la población benéficas, especialmente cuando se hacen intervenciones antrópicas y constantes en los agroecosistemas, como con las aplicaciones de plaguicidas.

Se registró la presencia de abejas (*Apis mellifera* L.) y abejorros en los tres ecosistemas del estudio —en veredas Las Delicias, Usabá y Romeral de Sibaté—. Los abejorros fueron registrados únicamente en Las Delicias y Usabá, lo cual tienen relación con condiciones ecológicas dadas a diferentes alturas sobre el nivel del mar determinantes en la adaptación ecológica de determinadas poblaciones.

El número de abejas observadas fluctuó entre 0 a 12 individuos por muestreo y en el caso de los abejorros fue de 0 a 4 individuos por muestreo. El número de ambas poblaciones puede ser bajo, pero es indicativo que estos himenópteros polinizadores visitan a las flores de retamo espinoso para recolectar néctar y polen.

La población de abejas que se encuentra entre los 2800 y 3300 m s. n. m. presentaron ciertas preferencias por plantas de retamo que presentan una floración relativamente constante en las veredas de Sibaté y durante las diferentes épocas del año.

Las veredas evaluadas de Sibaté registraron la presencia de abejas, mientras que los abejorros no se registraron en Romeral. Por lo tanto, las condiciones de los eco-

sistemas y agroecosistemas en las áreas de influencia están afectando la presencia de dichos organismos en cada lugar.

El periodo evaluado fue en noviembre de 2019, periodo en el que registró valores relativamente más de altos de abejas y abejorros en comparación con los demás muestreos en las diferentes épocas del año. La variación de las poblaciones de abejas y abejorros se debe posiblemente a condiciones ecológicas favorables (entre otras, a la disponibilidad de alimento, floración, temperatura y humedad) que en determinadas épocas del año permiten una mayor interacción con plantas de retamo espinoso. Se recomienda tener en cuenta estos aspectos comportamentales para la conservación de dichos insectos, benéficos polinizadores de múltiples especies de plantas cultivadas y no cultivadas.

## Referencias

- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2009). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Icaria editorial. Barcelona. [https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad\\_y\\_manejo\\_de\\_plagas\\_en\\_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=front-cover](https://www.google.com.co/books/edition/Biodiversidad_y_manejo_de_plagas_en_agro/nRjLGJhQ7ywC?hl=es-419&gbpv=1&pg=PP1&printsec=front-cover).
- Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D. y Lasso, C. (Eds.). (2001). *Análisis del riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Bogotá. Instituto Humboldt.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson N. F. (2005). *An introduction to the study of insects. Seventh edition*. Thomsomn Brooks /cole.
- Clements, D. R., Peterson, D. J. & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds *Ulex europaeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325–337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Fernández, M. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Universidad Nacional de Colombia: Sociedad Colombiana de entomología.
- Mora G. M., Rubio J., Ocampo R. y Barrera C. (2015). *Catálogo de especies invasoras del territorio CAR*. Pontificia Universidad Javeriana, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D.C.
- Nates, P. G. (2006). Familia Apidae. En F. Fernández y M. Sharkey (Eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (pp. 487-489). Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. D.C.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002) *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustibles de madera*. Programa de Asociación Comunidad Europea - Programa de Manejo Forestal Sostenible. <https://www.fao.org/3/Y3779S/Y3779S00.htm>
- Van den Bosch, R., Messenger, P. & Gutiérrez, A. (1982). *Introduction to biological control*. New York, Plenum Press.





## Alternativas de manejo integrado de la maleza retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) en el Sumapaz

**GLORIA ADRIANA VELOSA CRUZ<sup>1</sup>**

**LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ<sup>2</sup>**

**JUAN GABRIEL NIÑO CASTILLO<sup>3</sup>**

---

1 <https://orcid.org/0000-0002-9617-7534> - gvelosa@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

2 <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360> - lbanda@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

3 <https://orcid.org/0000-0003-4347-564X> - jgnino@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

■ El retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*) es una especie de planta que fue introducida a Colombia con fines ornamentales (cercas vivas) para contrarrestar la degradación del suelo en predios oficiales y baldíos de la ciudad de Bogotá; llegó a Colombia para la década de los 50, pero no se reconocía como invasora en ese momento, por lo que los riesgos ambientales al introducir una especie exótica eran desconocidos; solo hasta los años 90 fue reconocida oficialmente como planta invasora en Colombia, debido al origen de los incendios de los cerros orientales de Bogotá (Barrera et ál., 2019).

Se estima que el epicentro de la propagación de esta especie exótica fue en la vereda Santa Rosa, en la localidad de ciudad Bolívar y años más tarde se evidenció una rápida afección en predios productivos y en los distintos ecosistemas que rodeaban dicho lugar, prolongando el problema a ecosistemas de páramo ubicados en la zona (Sanguino, 2018).

Contreras et. ál. (2019) afirman que el reconocimiento como planta invasora solo se efectuó hasta finales de los 90, cuando se evidenció que la especie era propensa para iniciar incendios en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá, debido al alto contenido de compuestos aceitosos volátiles.

Las plantas invasoras son consideradas como la segunda causa de extinción de diferentes especies importantes para los ecosistemas nativos en Colombia. El retamo espinoso es una de las plantas invasoras que se pueden encontrar en las distintas regiones del mundo y representa una alta peligrosidad, sobre todo en zonas de páramos, subpáramos y bosques de la región andina de Colombia, ecosistemas que han sufrido una gran transformación debido a los grandes deterioros por colonización e invasión de esta planta. Así mismo, altera el hábitat al reducir la fauna nativa y las áreas productivas como en algunas zonas del páramo de Sumapaz.

Dado al impacto de especies de plantas invasoras en los ecosistemas nativos es latente la necesidad ambiental y económica del manejo de retamo espinoso en los diferentes ecosistemas a los que se ha extendido, especialmente, en zonas de páramo colombiano, por lo que en este capítulo se exponen los resultados del trabajo científico en el que se experimentó con alternativas para manejo integrado de retamo espinoso y tuvo como objetivo evaluar la efectividad de una alternativa de control biológico con dos herbicidas semiorgánicos en plántulas de *U. europeaus L.*, recolectados en el área de influencia de la investigación.

## Aspectos biológicos y ecológicos de retamo espinoso

*U. europeaus* es una planta perenne, originaria de zonas montañosas y escarpadas de Europa y África, aspectos por los cuales presenta factores biológicos que le han permitido adaptarse y propagarse rápida y efectivamente, lo que ha permitido que esta especie presente una competencia significativa en comparación con otras especies,

convirtiéndose en una especie invasora introducida por el hombre en ecosistemas nativos (Clements et ál., 2001).

Según Moure et ál. (2001) el banco de semillas de *U. europaeus* en zonas ruderales y matorrales en ambientes altoandino de Colombia, presenta un rápido crecimiento y adaptabilidad, dada la reproducción sexual y asexual y a una producción viable y longeva de banco del semillas, capaz de permanecer en dormancia hasta 30 años, ya que las semillas contienen compuestos fenólicos que le permiten sobrevivir a situaciones ambientales adversas tales como altas temperaturas ocasionadas incendios forestales. Por otro lado, el éxito de la viabilidad de las semillas depende de compuestos alelopáticos y colores llamativos presentes en las flores que aumentan probabilidad de polinización garantizando la fertilidad de estas.

Se estima que esta especie fue introducida al país para cumplir con labores de reforestación y cercas vivas en terrenos baldíos gracias a su rápido crecimiento, sin embargo, debido a la disponibilidad de recursos de los ecosistemas andinos, la especie se propagó rápidamente compitiendo con las demás especies y colonizando grandes extensiones de ecosistemas andinos de alta montaña ocasionado daños ambientales y alteración de ecosistemas.

### Alternativas de manejo de retamo espinoso *U. europaeus*

Dentro de las alternativas de control o regulación de retamo espinoso se tienen diferentes alternativas, entre ellas el manejo físico mediante quemas con gasolina durante la etapa adulta de la planta, pero esta práctica tiene un efecto negativo debido a que se registra que aumenta la densidad de los vástagos aéreos de la planta y al momento de realizar la quema de coberturas verdes se pierde la protección contra los agentes erosivos. También existe el manejo mediante control mecánico, en el que se realiza la eliminación manual en áreas pequeñas, arrancando plantas en sus primeros estadios (Plantas jóvenes sobre 1 m de altura) (Contreras, et ál., 2019).

Con el fin de no alterar los suelos es recomendable remover las raíces para evitar su posterior regeneración, para ello, se pueden utilizar Bulldozers o tractores con cortadoras. El corte con maquinaria debe estar enfocado hacia las partes cercanas del suelo para reducir la alteración y que la estimulación de las semillas sea menor. En granjas productoras de carne que se encuentran infestadas por retamo, los productores optan por controlar esta especie con herbívora por pastoreo de ovejas para que consuman la planta en los primeros estadios —que es moderadamente efectivo—, también se considera que las gallinas podrían reducir el banco de semillas. El control mediante herbicidas se puede realizar directamente sobre las hojas del retamo en el momento en el que la planta tiene 50 cm de alto; también se puede aplicar en los tocones cortados de la planta, pintando sobre esos cortes. En los casos más

comunes se utiliza Glifosato, N(Phosphonomethyl)glycine IPA salt, pero seguido de esto se debe realizar una repoblación vegetal nativa del área con el fin de prevenir posibles rebrotes, aparte de este insecticida también se ha utilizado la sal de trietilamina 3,5,6- triclora -2- piridiniloxiacético ácido (Triclopyr), el cual es un herbicida selectivo de hoja ancha, otros son metsulfurón metil, methyl 2-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-ylcarbamoylsulfamoyl)benzoate y el Dicamba Ácido dicamba, Ácido 3,6-dicloro-oanísico, compuesto con dimetilamina (1:1) (Muñoz, 2009).

El control biológico se aplica actualmente como alternativa sostenible para plagas y enfermedades que limitan la agricultura y su entorno, numerosos métodos de implementación de microorganismos, insectos y sustancias extraídas naturalmente han permitido controlar de manera eficiente plagas y enfermedades, mitigando el daño ocasionado al medio ambiente y al ser humano (Norambuena et ál., 2001).

Según Norambuena et ál. (2001), en un estudio sobre la entomofauna asociada al retamo espinoso se reportó aproximadamente un total de 130 especies en 50 familias asociadas a esta planta, dentro de las cuales, el insecto *Agonopterix ulicetella* es altamente específico para el *U. europeus*.

Para los diferentes métodos de control de malezas que se pueden encontrar, se deben tener en cuenta diferentes factores como:

- Área y localización de la invasión de la maleza invasora de alta peligrosidad.
- Estado fenológico de la maleza en relación con cultivos aledaños (qué aplicar para no dañar los otros).
- Las condiciones de clima y el contenido de humedad en el suelo en el momento de iniciar el control que son factores muy importantes para el éxito del control que se vaya a realizar.
- Saber si el tipo de maleza es de anuales o de plantas perennes.

En los diferentes métodos que se pueden encontrar para el control de malezas en general y de alta peligrosidad están: el control manual, el control mecánico y el control químico —como los herbicidas de contacto, reguladores de crecimiento o selectivos (Gómez, 1995)—.

En la actualidad se manejan diferentes mecanismos de control de malezas y también se utiliza el control biológico, que en este caso es importante porque estamos hablando del páramo de Sumapaz, un ecosistema demasiado importante que requiere de controles de bajo impacto químico en los suelos, así como en este ecosistema (Secretaría Distrital de Ambiente, 2014).

## Experimentación del manejo de retamo espinoso con herbicida sintético y semiorgánico

La recolección de las plántulas de *U. europaeus* se realizó en los municipios de Sibaté, Soacha, Pasca zonas de influencia en el páramo de Sumapaz del departamento de Cundinamarca, en alturas que oscilan entre los 1800 a 3600 m s. n. m. (Figura 172).

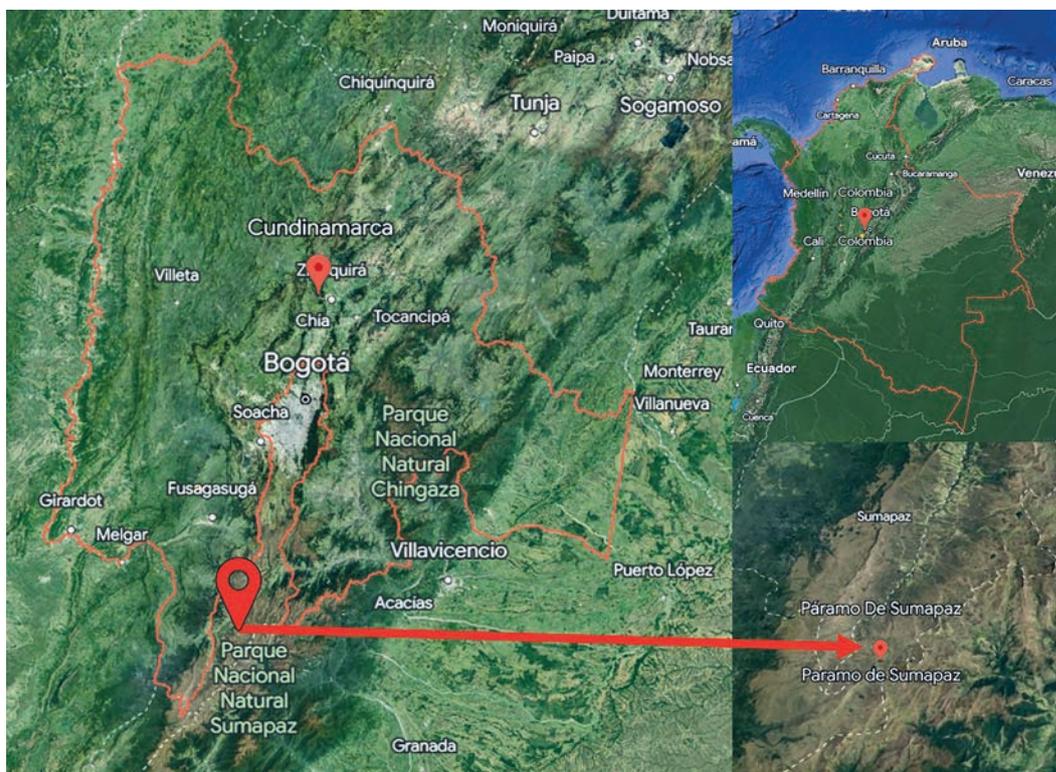


Figura 172. Provincia de Sumapaz, Departamento de Cundinamarca  
Fuente: Google earth, 2023.

Las plántulas se recolectan en áreas de alta influencia de retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.), en las que se buscan focos de plántulas que se encuentra debajo de las plantas más adultas y por medio de una pala y guantes se guardan en bolsas con cierre hermético para realizar el traslado a Fusagasugá, lugar en el que se hizo el trasplante a bolsas de 10 x 10 para realizar la investigación.

### Fase experimental semicontrolada: ubicación zona de estudio.

Esta investigación se desarrolló bajo condiciones climáticas y ambientales en el municipio de Fusagasugá. Se tomaron datos climáticos con el software Meteoblue para registrar temperatura y humedad relativa. En la Tabla 25 se presentan condiciones ambientales del sitio de experimentación.

**Tabla 25.** Características climáticas del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca

Características Fusagasugá	
Ítem	Característica
Altura	1860 m s. n. m.
Piso térmico	Cálido, templado y frío
Temperatura promedio	18 °C
Precipitación anual	1137 mm
Zona de vida	Bosque húmedo-premontano (bh-PM)
Área de estudio	12m <sup>2</sup>
Georreferenciación	4°21'56"N 74°20'51"W Fuente: Velosa, 2022

Fuente: ideam, 2011.

Se utilizó una fumigadora de un 1 L, vinagre blanco, sal, jabón líquido, Ally XP y plántulas de retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*), plantas de maíz (*Zea mays*), plantas de papa (*Solanum tuberosum*) y cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*) para realizar una comparación en escala de daño.

## Evaluación de control de retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*) herbicidas (convencional y semiorgánico)

### Sustancias herbicidas

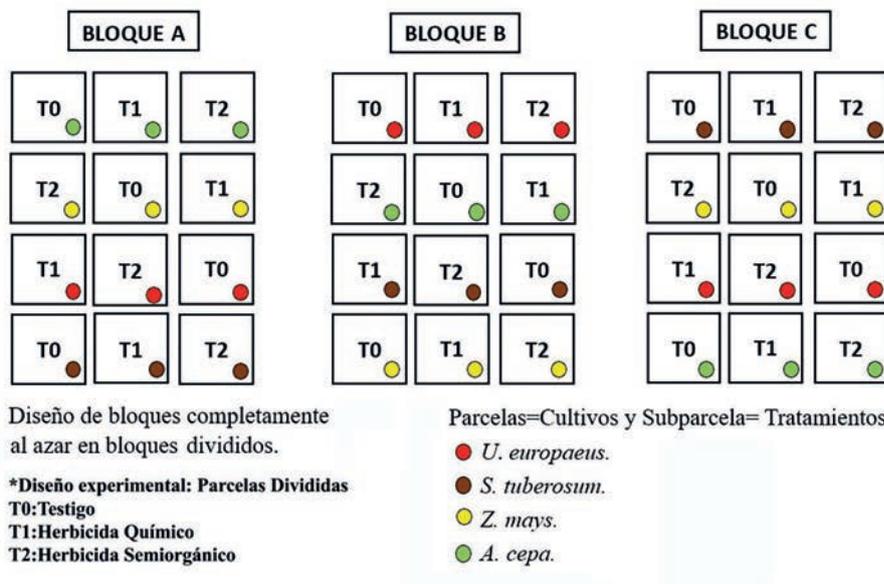
- Herbicida convencional: ingrediente activo es la molécula metsulfurón metil, perteneciente al grupo 2 de clasificación de HRAC (Comité de Acción contra le resistencia) que se caracterizan por la inhibición de acetolactato sintasa, que influye drásticamente en la producción de aminoácidos esenciales para procesos genéticos de crecimiento en las plantas.
- Herbicida Semiorgánico: contiene vinagre (compuesto orgánico), un ingrediente activo (ácido acético) c  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , sal, un ingrediente activo (cloruro de sodio) (compuesto inorgánico) y jabón líquido neutro comercial.

### Diseño experimental

Para la experimentación de control de retamo con herbicidas se planteó un diseño experimental de parcelas divididas para medir la severidad de los herbicidas sobre el retamo espinoso (*Ulex europeaus L.*) y los cultivos de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y cebolla (*Allium cepa L.*). El diseño experimental fue de bloques con parcelas divididas. Las parcelas principales fueron los cultivos, mientras que las subparcelas correspondieron a: testigo (agua: T0), el herbicida con-

vencional (Metsulfuronmetsulfurón metil: T1) y el herbicida semiorgánico (ácido acético: T2). Para cada tratamiento se establecieron 3 repeticiones (Figura 183).

El número de unidades experimentales fue determinado por los 4 cultivos y los tres tratamientos de manejo para un total de 12 unidades por bloque y en total 36 (Figura 173). Cada unidad experimenta contenía 10 planta por cultivo, para un total 90 plantas de *U. europaeus*, 90 plantas de *S. tuberosum*, 90 plantas de *A. cepa* y 90 plantas de *Z. mays*.



**Figura 173.** Diseño experimental de bloques completamente al azar con parcelas divididas  
 Nota. Parcela principal: cultivos; subparcelas: tratamientos herbicidas para prueba de control con herbicida convencional y herbicida semiorgánico en retamo espinoso (*U. europaeus*), papa (*S. tuberosum*), cebolla de bulbo (*A. cepa*) y maíz (*Z. mays*).  
 Fuente: elaboración propia.

## Pruebas de control de retamo espinoso con herbicidas y efecto en cultivos de maíz, papa y cebolla

### Severidad de los tratamientos: escala de fitotoxicidad (severidad)

Para evaluar el daño causado por los herbicidas se realizó una escala de fitotoxicidad (severidad) tanto para *U. europaeus* —como para los otros cultivos de Maíz (*Zea mays*), Cebolla de bulbo (*Allium cepa*) y papa (*Solanum tuberosum*)— que son cultivos representantes del páramo de Sumapaz, las escalas diafragmáticas de *U. europaeus* como para Maíz (*Zea mays*), Cebolla de bulbo (*Allium cepa*) y papa (*Solanum tuberosum*). Seguindo de cada escala diafragmática se presenta la escala descriptiva que se estandarizo para cada cultivo.

*a. Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para retamo espinoso (U. europaeus)*

A continuación, se hace una descripción de los grados de severidad (sev.) evaluados y representados diagramáticamente, de la fitotoxicidad de herbicidas para plantas de retamo espinoso (Figura 174):

*Grado 0:* no se observó ninguna afección a nivel de órganos fotosintéticos (jóvenes o adultos) ni tallos, sev. 0 %.

*Grado 1:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes (hojas y espinas) y pérdida leve de color en los tallos en la parte baja de la planta, sev. mayor a 0 y menor al 5 %.

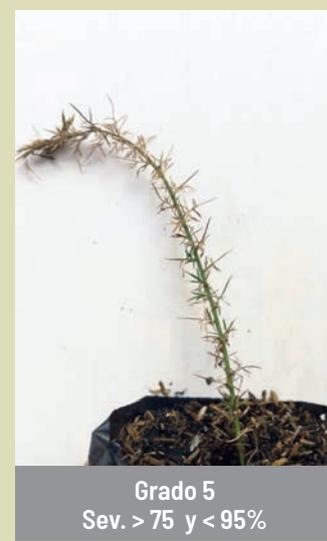
*Grado 2:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes y adultos, se observó una afección notable en espinas y órganos apicales altos, pérdida notable de color en el tallo, sev. mayor a 5 y menor al 20 %.

*Grado 3:* pérdida de turgencia en órganos fotosintéticos adultos y jóvenes, las espinas presentan un alto nivel de pérdida de turgencia al punto de presentar muerte absoluta del tejido, sev. mayor a 20 % y menor al 50 %.

*Grado 4:* pérdida notable de color y turgencia a nivel del tallo, la cantidad de órganos fotosintéticos afectados aumenta notoriamente, sev. mayor a 50 % y menor al 75 %.

*Grado 5:* pérdida total de turgencia en gran parte de los tallos de la planta, la mayoría de los órganos apicales presenta muerte absoluta, solo es posible observar algunos órganos en color verde, sev. mayor a 75 % y menor al 95 %.

*Grado 6:* pérdida total de turgencia en tallos y órganos fotosintéticos se presenta una muerte absoluta en toda la planta, sev. mayor a 95 % y menor al 100 %.



**Figura 174.**  
Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para *U. europaeus*  
Fuente: elaboración propia.

### *b. Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para maíz (Z. mays)*

En la Figura 175 se representan diagramáticamente los grados de severidad (sev.) de la fitotoxicidad de herbicidas para plantas de maíz. A continuación, se hace una descripción de los grados evaluados:

*Grado 0:* no se observó ninguna afección a nivel de órganos fotosintéticos.  
Sev. 0 %.

*Grado 1:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes (hojas) y pérdida leve de color en las hojas de las plantas, sev. mayor a 0 y menor al 5 %.

*Grado 2:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes y adultos, se observó una afección notable en hojas, pérdida notable de color, sev. mayor a 5 y menor al 20 %.

*Grado 3:* pérdida de turgencia en algunos órganos fotosintéticos adultos y jóvenes, sev. mayor a 20 % y menor al 50 %.

*Grado 4:* pérdida de color y turgencia a nivel hojas, la cantidad de órganos fotosintéticos afectados aumenta notoriamente, sev. mayor a 50 % y menor al 75 %.

*Grado 5:* pérdida notable de turgencia en gran parte de la planta, la mayoría de los órganos apicales presenta muerte absoluta, solo es posible observar algunos órganos en color verde, sev. mayor a 75 % y menor al 95 %.

*Grado 6:* pérdida total de turgencia de la planta y órganos fotosintéticos se presenta una muerte absoluta en toda la planta, sev. mayor a 95 % y menor al 100 %.



Grado 0  
Sev. 0 %



Grado 1  
Sev. > 0 y < 5%



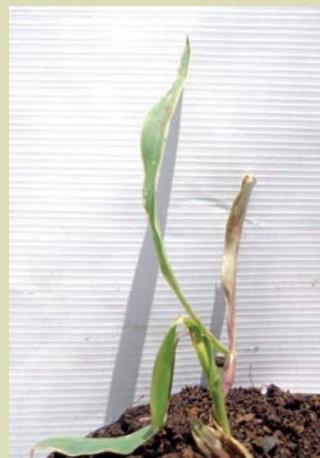
Grado 2  
Sev. > 5 y < 20%



Grado 3  
Sev. > 20 y < 50%



Grado 4  
Sev. > 50 y < 75%



Grado 5  
Sev. > 75 y < 95%



Grado 6  
Sev. > 95 y < 100%

**Figura 175.**  
Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para *Z. mays*  
Fuente: elaboración propia.

*c. Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para papa (S. tuberosum)*

En la Figura 176 se representan diagramáticamente los grados de severidad (sev.) de la fitotoxicidad de herbicidas para plantas de papa. A continuación, se hace una descripción de los grados evaluados:

*Grado 0:* no se observó ninguna afección a nivel de órganos fotosintéticos. Sev. 0 %.

*Grado 1:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes (hojas) y pérdida leve de color en las hojas de las plantas, sev. mayor a 0 y menor al 5 %.

*Grado 2:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes y adultos, se observó una afección notable en hojas, pérdida notable de color, sev. mayor a 5 y menor al 20 %.

*Grado 3:* pérdida de turgencia en algunos órganos fotosintéticos adultos y jóvenes, sev. mayor a 20 % y menor al 50 %.

*Grado 4:* pérdida de color y turgencia a nivel hojas, la cantidad de órganos fotosintéticos afectados aumenta notoriamente, sev. mayor a 50 % y menor al 75 %.

*Grado 5:* pérdida notable de turgencia en gran parte de la planta, la mayoría de los órganos apicales presenta muerte absoluta, solo es posible observar algunos órganos en color verde, sev. mayor a 75 % y menor al 95 %.

*Grado 6:* pérdida total de turgencia de la planta y órganos fotosintéticos se presenta una muerte absoluta en toda la planta, sev. mayor a 95 % y menor al 100 %.



Grado 0  
Sev. 0 %



Grado 1  
Sev. > 0 y < 5%



Grado 2  
Sev. > 5 y < 20%



Grado 3  
Sev. > 20 y < 50%



Grado 4  
Sev. > 50 y < 75%



Grado 5  
Sev. < 75 y < 95%



Grado 6  
Sev. > 95 y < 100%

**Figura 176.**  
Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para *S. tuberosum*  
Fuente: elaboración propia.

**d. Escala de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas para cebolla de bulbo (A. cepa)**

En la Figura 177 se representan diagramáticamente los grados de severidad (sev.) de la fitotoxicidad de herbicidas para plantas de Cebolla. A continuación, se hace una descripción de los grados evaluados:

*Grado 0:* no se observó ninguna afección a nivel de órganos fotosintéticos.  
Sev. 0 %.

*Grado 1:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes (hojas) y pérdida leve de color en las hojas de las plantas, sev. mayor a 0 y menor al 5 %.

*Grado 2:* afección de órganos fotosintéticos jóvenes y adultos, se observó una afección notable en hojas, pérdida notable de color, sev. mayor a 5 y menor al 20 %.

*Grado 3:* pérdida de turgencia en algunos órganos fotosintéticos adultos y jóvenes, sev. mayor a 20 % y menor al 50 %.

*Grado 4:* pérdida de color y turgencia a nivel hojas, la cantidad de órganos fotosintéticos afectados aumenta notoriamente, sev. mayor a 50 % y menor al 75 %.

*Grado 5:* pérdida notable de turgencia en gran parte de la planta, la mayoría de los órganos apicales presenta muerte absoluta, solo es posible observar algunos órganos en color verde, sev. mayor a 75 % y menor al 95 %.

*Grado 6:* pérdida total de turgencia de la planta y órganos fotosintéticos se presenta una muerte absoluta en toda la planta, sev. mayor a 95 % y menor al 100 %.



Grado 0  
Sev. 0 %



Grado 1  
Sev. > 0 y < 5%



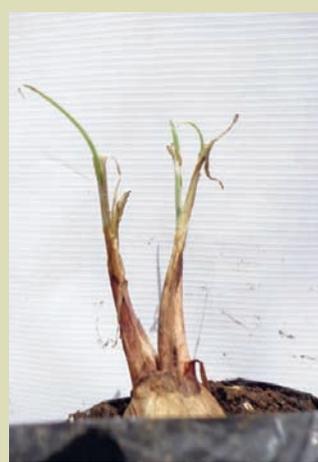
Grado 2  
Sev. > 5 y < 20%



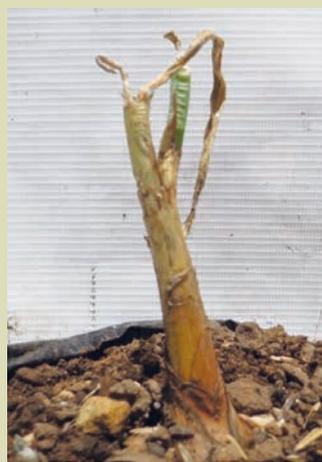
Grado 3  
Sev. > 20 y < 50%



Grado 4  
Sev. > 50 y < 75%



Grado 5  
Sev. > 75 y < 95%



Grado 6  
Sev. > 95 y < 100%

**Figura 177.**  
Escala de fitotoxicidad  
(severidad) de herbicidas  
para *A. cepa*  
Fuente: elaboración propia.

## Covariables evaluadas en las fases semicontroladas en Fusagasugá

Las variables independientes de temperatura y humedad fueron tomadas mediante el software Meteoblue, con el fin de relacionar los posibles efectos de los cambios de estas condiciones ambientales sobre los tratamientos aplicados. Estas mediciones se realizaron durante el desarrollo del experimento.

*Análisis de la información experimento de control de plantas de U. europeaus, Z. mays, A. cepa y S. tuberosum*

Para la experimentación de fitotoxicidad (severidad) de herbicidas en plantas de *U. europeaus*, *Z. mays*, *A. cepa* y *S. tuberosum* se aplicó el análisis de varianza con las respectivas pruebas de comparación (pruebas Tukey), con el objetivo de conocer la confiabilidad estadística de las diferencias entre los tratamientos implementados. Para dicho análisis, se utilizó el programa estadístico Infostat/Libre Versión 2020I.

## Fase experimental de control de retamo espinoso (*U. europeaus*) en condiciones semicontroladas en Fusagasugá

### Condiciones de temperatura y humedad durante el periodo experimental de control de retamo espinoso (*U. europeaus*) con larvas y herbicidas

En la Figura 178 se observa la temperatura y humedad relativa para un periodo determinado de 13 días, tiempo en el cual se evaluó la influencia de la aplicación de herbicidas en plantas de *U. europeaus*, *Z. mays*, *S. tuberosum* y *A. cepa*, dichas condiciones fueron marcadas por periodos de lluvias y bajas temperaturas, entre los días cero y cuatro, y periodos de bajas precipitaciones y temperaturas altas observados, entre los días cinco y once; se estimó una temperatura promedio de 18 °C y una humedad relativa promedio de 90 % característica de esta región en esta época del año.

#### *a. Efecto de herbicidas en retamo espinoso*

Los resultados del experimento de control de retamo mostraron que a los 7 días después de la aplicación —de ahora en adelante, DDA— del herbicida semiorgánico alcanza un porcentaje de severidad del 48 % y a los 10 DDA, del 100 %; mientras que el herbicida sintético para los mismos periodos fue de 12 y 16 % respectivamente (Figura 179).

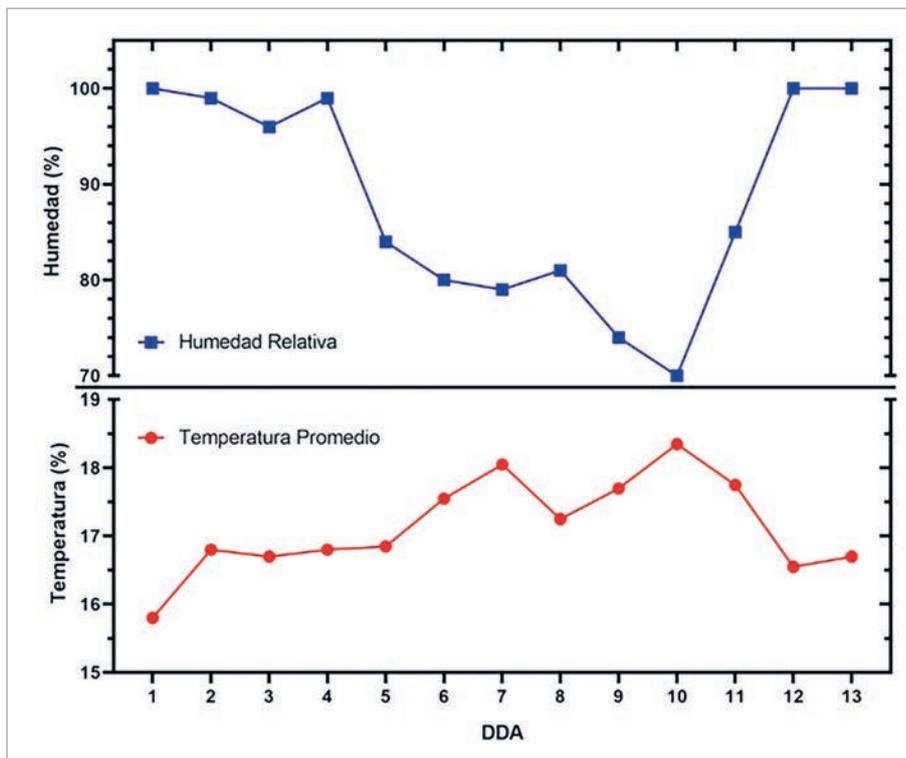


Figura 178. Temperatura y humedad relativa de Fusagasugá durante la evaluación de herbicidas  
Fuente: elaboración propia.

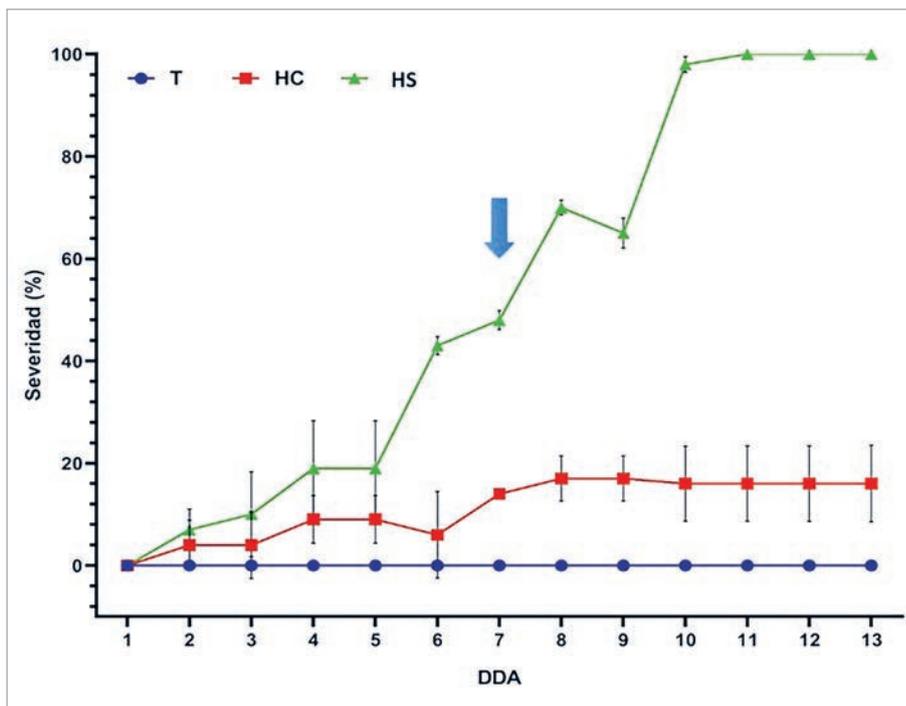
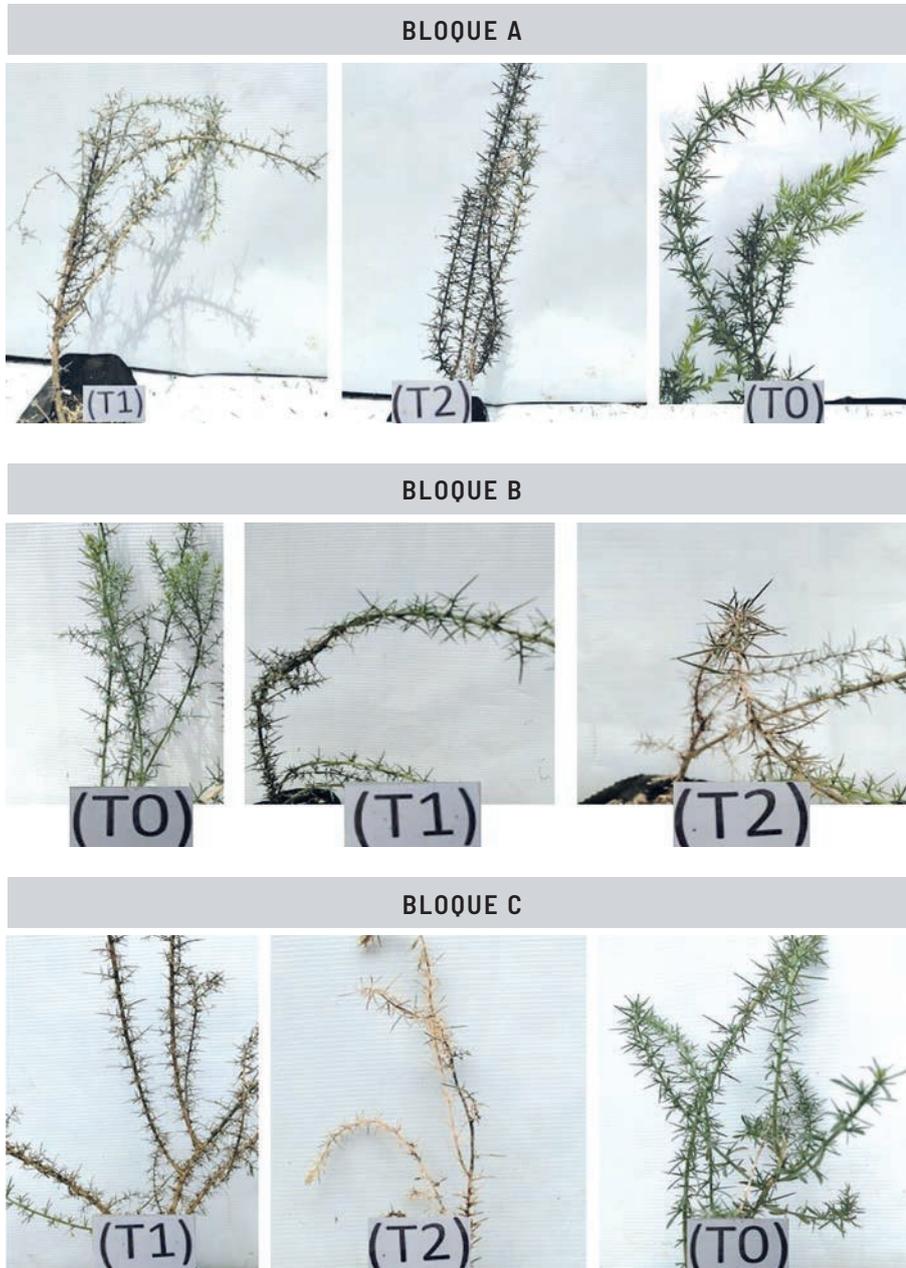


Figura 179. Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en *U. europeus* bajo 3 tratamientos  
"T= Testigo, "HC= Herbicide Convencional, HS= Herbicide Semiorgánico en un rango de 14 DDA. La flecha  
en la figura representa una segunda aplicación de los tratamientos.  
Fuente: elaboración propia.

Los síntomas del efecto de los herbicidas en *U. europeaus* a los 7 días después de la primera aplicación —de ahora en adelante, DDPA— (Figura 180, bloques a, b y c) para los tratamientos con los herbicidas (T1 y T2) y el testigo (T0). De igual forma la Figura 181 (bloques a, b y c) muestra el resultado final a los 13 DDPA y 7 días después de la segunda aplicación —de ahora en adelante, DDSA—, lo que muestra la muerte de plantas de *U. europeaus* tratadas con el herbicida semiorgánico (T2), mientras que los síntomas del herbicida convencional (T1) fueron menos severos y la planta no alcanza la muerte completa.



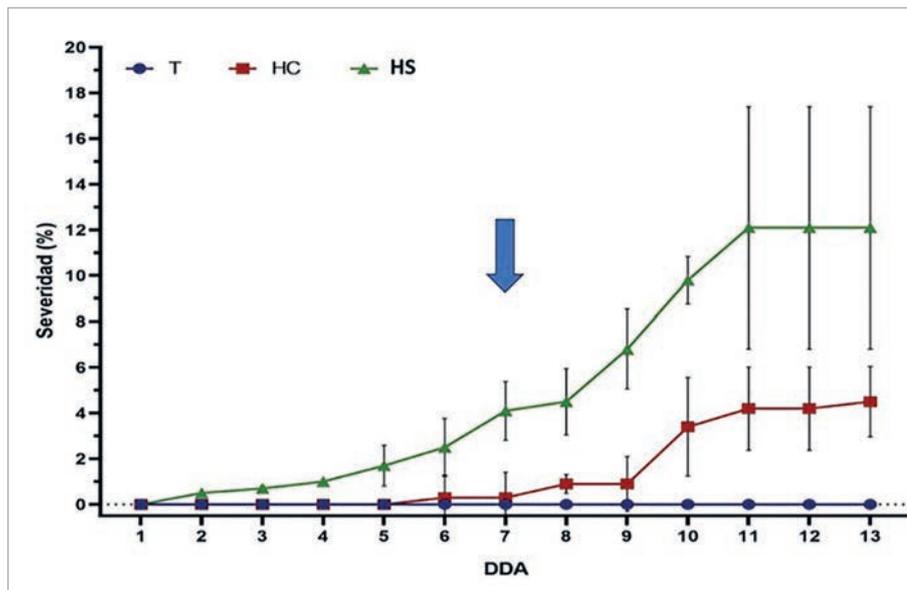
**Figura 180.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *U. europeaus* a los 7 DDPA en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 181.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *U. europaeus* después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: herbicida convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.

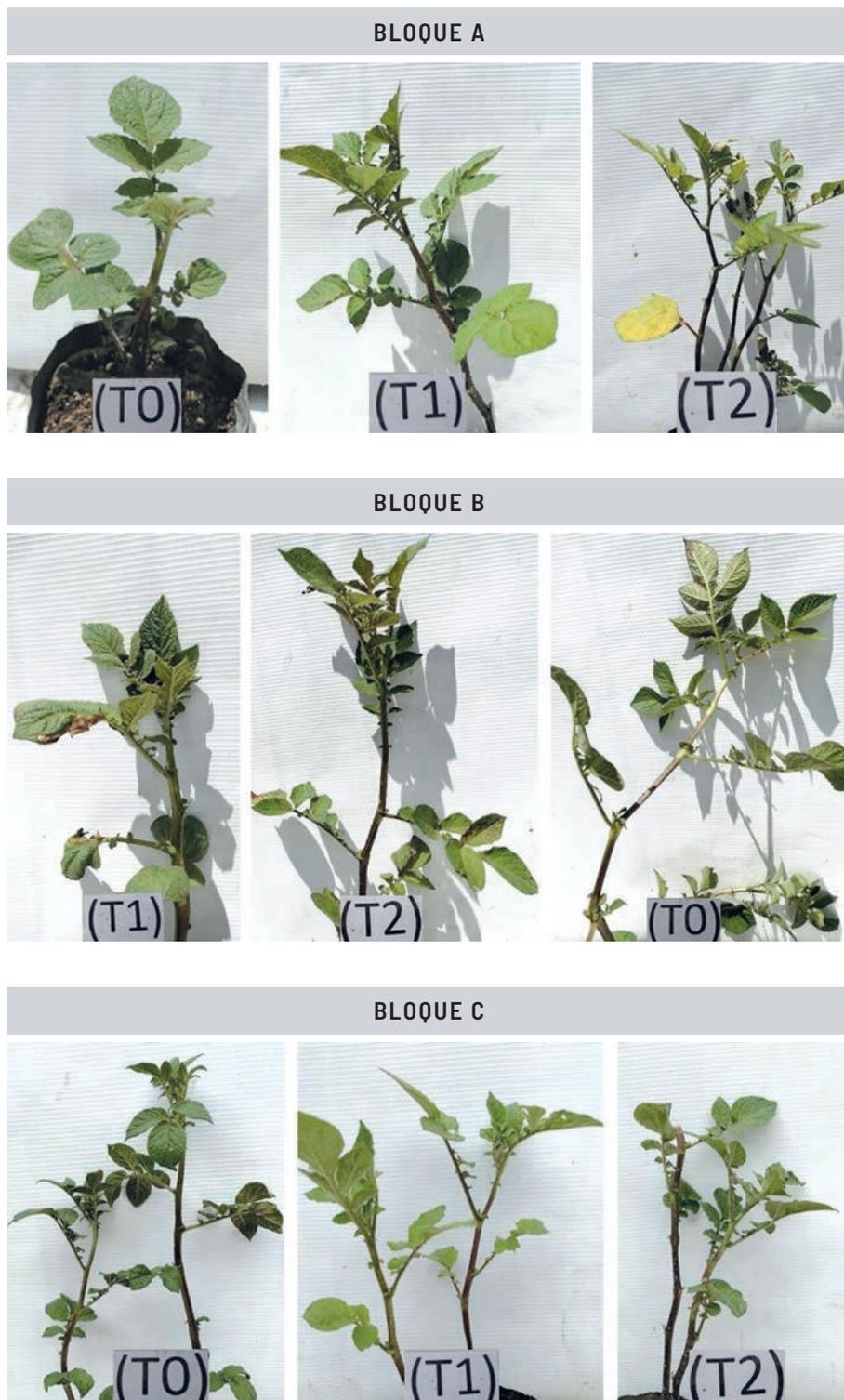
### b. Efecto de herbicidas en plantas de papa

Se observó que los porcentajes de severidad para herbicidas aplicados en *S. tuberosum*, con herbicida convencional presentó afecciones notables a partir del día 7, momento en el cual se realizó una segunda aplicación en porcentajes que variaron de 0,5 a 4 %, sin embargo, para este tratamiento se pudo observar afecciones en el crecimiento normal de las plantas de *S. tuberosum*, factor que se asoció al modo de acción de este herbicida. El tratamiento implementado con herbicida semiorgánico presentó porcentajes de severidad más altos en comparación con los demás tratamientos con porcentajes, que variaron de 0,5 a 12 % a partir del segundo día de aplicación (Figura 182).



**Figura 182.** Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en *S. tuberosum* bajo 3 tratamientos \*T= Testigo, \*HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA  
Fuente: elaboración propia.

Los síntomas del efecto de los herbicidas en *S. tuberosum* a los 7 DDA se pueden apreciar en la Figura 183 (bloques a, b y c). para los tratamientos con los herbicidas (T1 y T2) y el testigo (T0). De igual forma, la Figura 184 (bloques a, b y c) muestra el resultado final a los 13 DDA primera y 7 DDSA, que evidencia una afectación leve en las plantas de *S. tuberosum* tratadas con el herbicida semiorgánico (T2), mientras que los síntomas del herbicida convencional (T1) fueron menos severos y la planta no alcanza la muerte, solo algunas afectaciones.



**Figura 183.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *S. tuberosum* a los 7 DDA primera en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 184.**

Sintomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *S. tuberosum* después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico

Fuente: elaboración propia.

**c. Efecto de herbicidas en plantas de maíz**

En la Figura 185 se pueden observar los porcentajes de severidad para los herbicidas aplicados en *Z. mays*, los cuales variaron de 0,5 a 15 % para el tratamiento implementado con herbicida semiorgánico y que presentó los porcentajes más altos reportados a partir del día 7, momento en el cual se realizó una segunda aplicación para el tratamiento de herbicida convencional. No se presentaron porcentajes altos, ya que estuvieron por debajo de 1 % y no se observaron daños significativos.

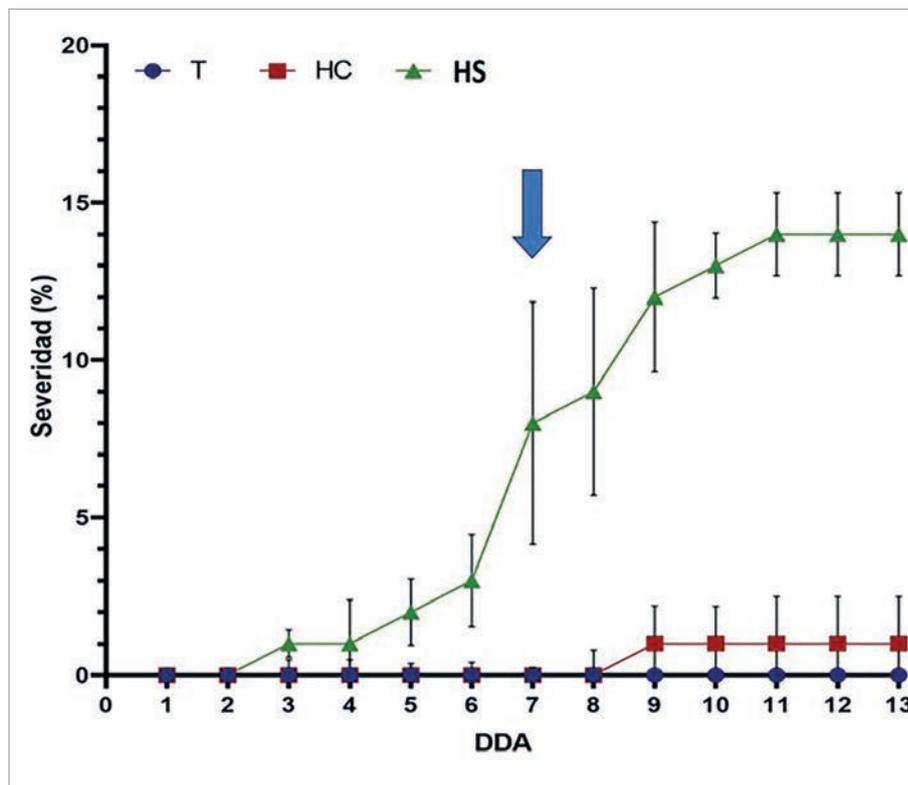
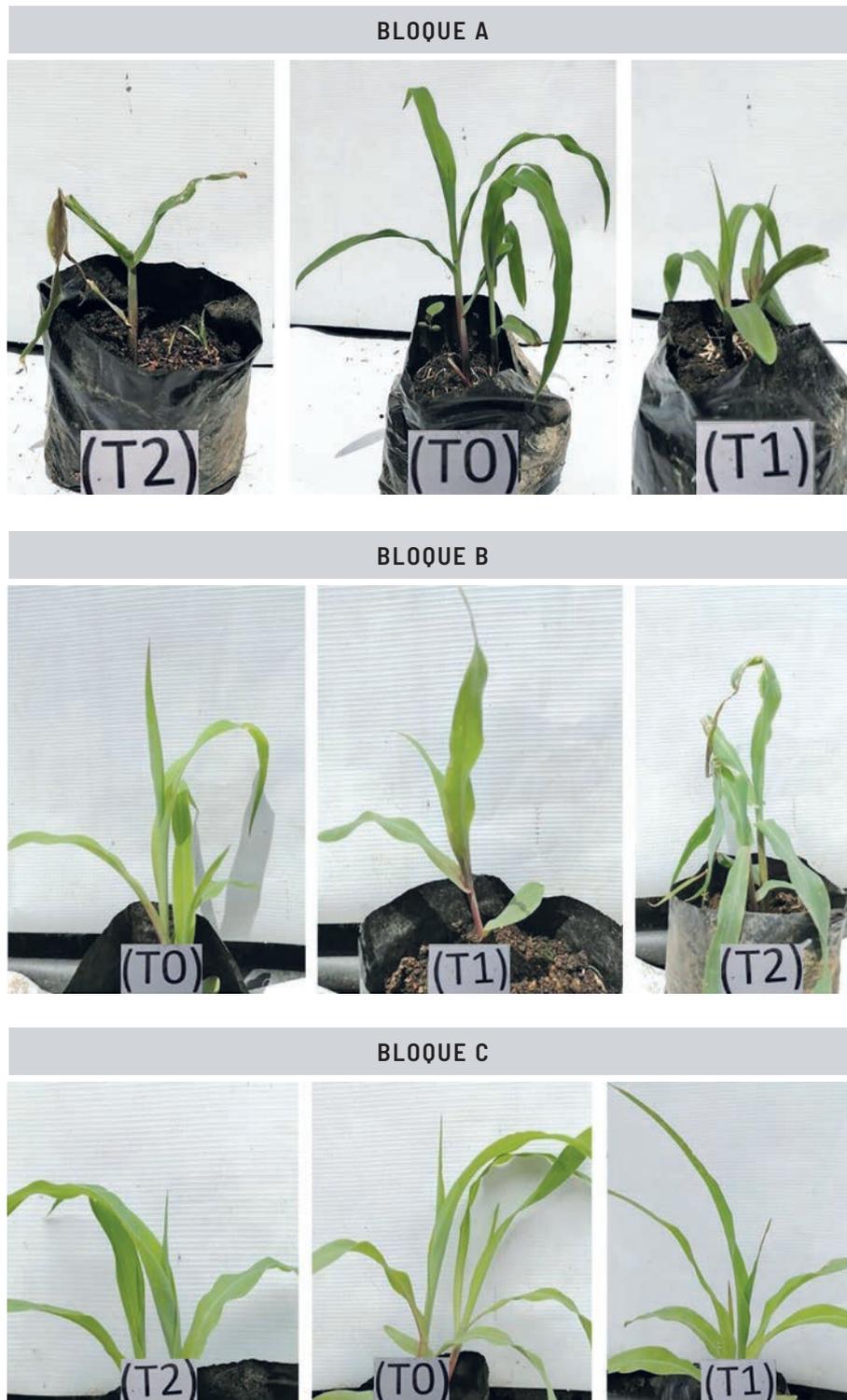


Figura 185. Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en *Z. mays* bajo 3 tratamientos \*T= Testigo, \*HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA Fuente: elaboración propia.

Los síntomas del efecto de los herbicidas en *Z. mays* a los 7 DDA se pueden apreciar en la Figura 186 (bloques a, b y c) para los tratamientos con los herbicidas (T1 y T2) y el testigo (T0). De igual forma, la Figura 187 (bloques a, b y c) muestra el resultado final a los 13 DDA y 7 DDA, lo que muestra una afectación leve en las plantas de *Z. mays* tratadas con el herbicida semiorgánico (T2), mientras que los síntomas del herbicida convencional (T1) fueron levemente severos, generaron una disminución en su desarrollo y la planta no alcanza la muerte.



**Figura 186.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *Z. mays* a los 7 DDP en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.



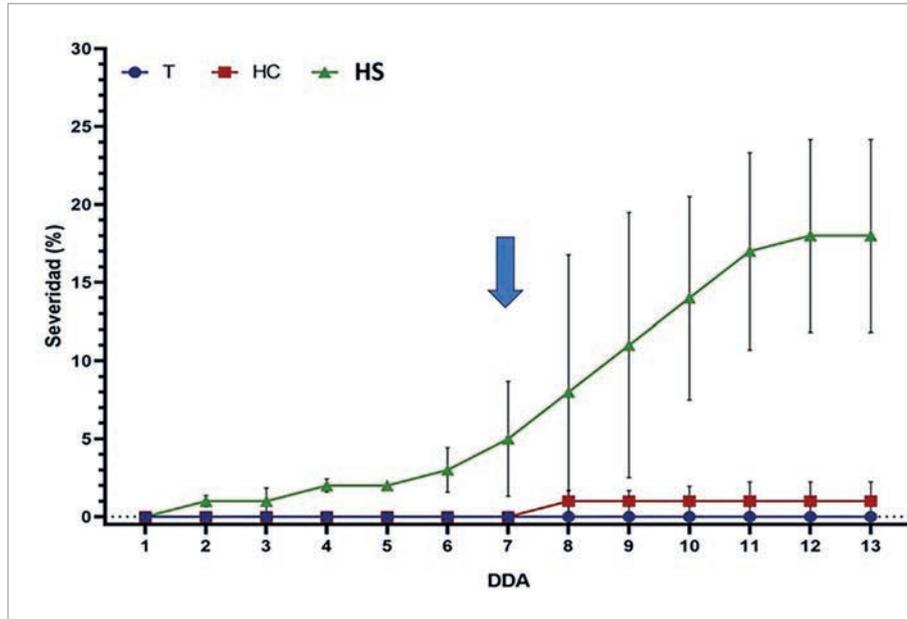
**Figura 187.**

Sintomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *Z. mays* después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico

Fuente: elaboración propia.

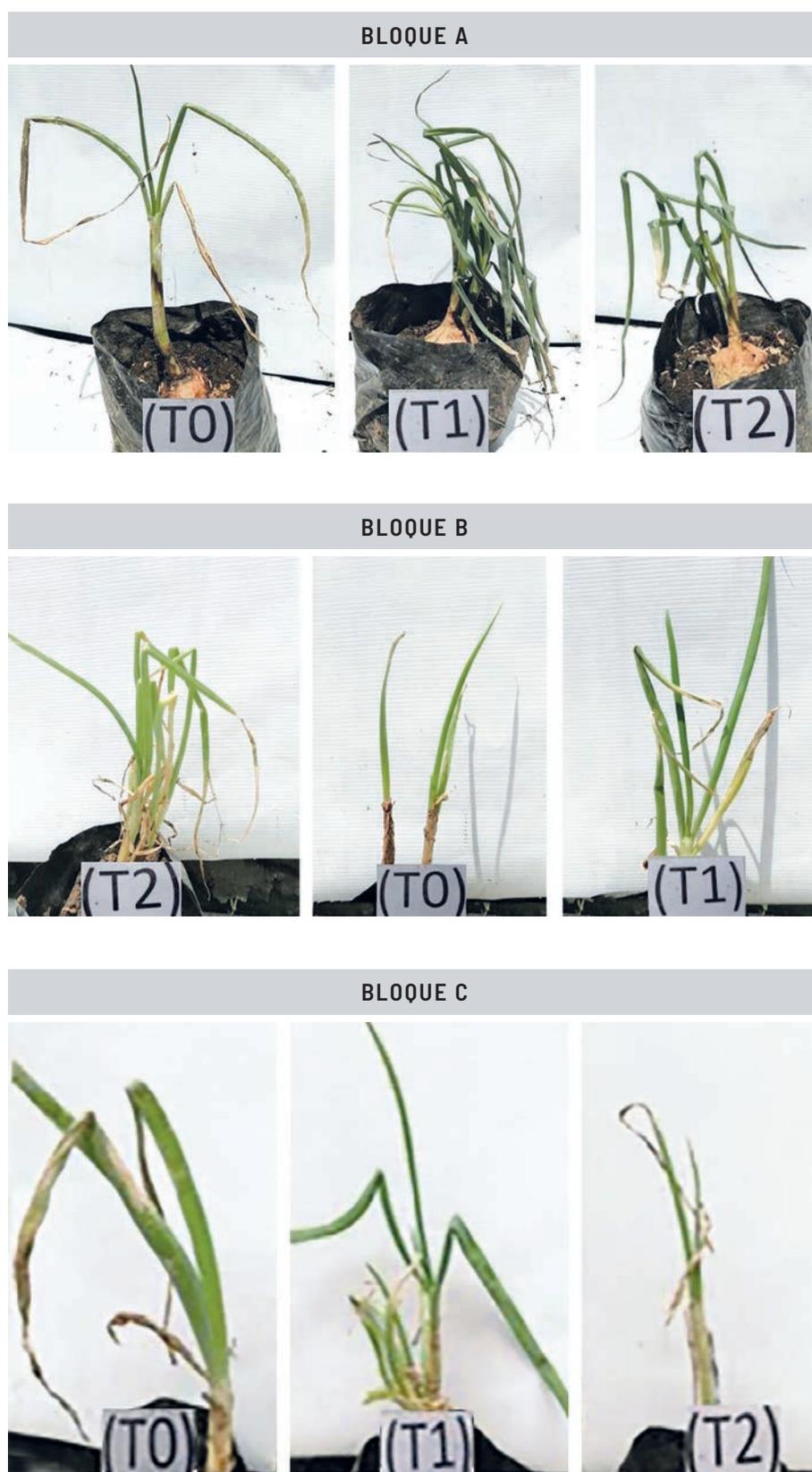
#### d. Efecto de herbicidas en plantas de cebolla

En la Figura 188 se observan los porcentajes de severidad de herbicidas en *A. cepa*; el tratamiento implementado con herbicida semiorgánico presentó los porcentajes más altos de severidad que variaron de 1 a 15 %, los cuales aumentaron a partir del día 7, momento en el cual se realizó una segunda aplicación del tratamiento. Para el tratamiento aplicado con herbicida convencional no se observaron porcentajes, ya que no presentaron índices por encima del 1 %.



**Figura 188.** Evaluación de severidad para herbicidas aplicados en *A. cepa* bajo 3 tratamientos  
 \*T= Testigo, \*HC= Herbicida Convencional, HS= Herbicida Semiorgánico en un rango de 14 DDA  
 Fuente: elaboración propia.

Los síntomas del efecto de los herbicidas en *A. cepa* a los 7 DDA (Figura 189), (bloques a, b y c) para los tratamientos con los herbicidas (T1 y T2) y el testigo (T0). De igual forma la Figura 190 (bloques a, b y c) muestra el resultado final a los 13 DDA y 7 DDA, lo que muestra una afectación leve en las plantas de *A. cepa* tratadas con el herbicida semiorgánico (T2), mientras que los síntomas del herbicida convencional (T1) fueron leves y la planta no alcanza la muerte, solo algunas afectaciones.



**Figura 189.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *A. cepa* a los 7 DDPa en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 190.** Síntomas de fitotoxicidad (severidad) de los herbicidas en *A. cepa* después 13 días de dos aplicaciones (1 y 7 días) en cada repetición (bloques a, b y c). T0: Testigo; T1: Herbicida Convencional; T2: Herbicida Semiorgánico  
Fuente: elaboración propia.

## Análisis estadístico fase experimental de control de retamo espinoso

En el análisis de varianza realizado para la relación de tratamiento por cultivo (Tabla 26), no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a cada una de las parcelas experimentales por lo cual, estadísticamente hablando ningún tratamiento es diferente.

**Tabla 26.** Análisis de varianza realizado para evaluar diferencias estadísticas en los tratamientos aplicados

Cuadro de Análisis de la Varianza (Sc tipo III)					
F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	94375,01	6	15729,17	27,07	<0,0001
Cultivo* Tratamiento	94375,01	6	15729,17	27,07	<0,0001
Error	205147,77	353	581,16		
Total	299522,78	359			

Fuente: elaboración propia.

La prueba de comparación Tukey realizada para la relación cultivo por tratamiento (Tabla 27), no presentan diferencias significativas con las medidas de letras en común; en al menos una de las parcelas experimentales el tratamiento implementado con herbicida semiorgánico (HS) presentó diferencias estadísticas significativas en la combinación tratamientos cultivos frente a los herbicidas, donde la principal diferencia la registró la severidad del Herbicida Semiorgánico (HS) en el reamo espinoso (R) con los más altos porcentajes de severidad o daño sobre el follaje (de 53,02 %) con respecto a los demás cultivos (Tabla 27). Estos resultados muestran alternativas de control de retamo con una alta confiabilidad, especialmente con el herbicida semiorgánico, manteniendo medidas de protección de las especies cultivadas en lotes aledaños donde se busque la regulación de la maleza en mención.

**Tabla 27.** Prueba de comparación Tukey realizada para cultivos y tratamientos.\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha > 0,05$ )

Cultivo	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
R	T	-10,67	30	3,36	A
p	HS	-1,77	30	3,36	A B
R	HC	-0,42	30	3,36	A B
M	HS	0,90	30	3,36	A B
C	HS	3,75	30	3,36	A B C
C	HC	16,84	30	3,36	B C
M	HC	18,19	30	3,36	B C
p	HC	21,29	30	3,36	C
C	T	21,33	30	3,36	C
p	T	22,41	30	3,36	C
M	T	22,84	30	3,36	C
R	HS	53,02	30	3,36	D

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

*U. europeaus* ha demostrado ser una especie cuya adaptación a diferentes ecosistemas altoandinos es alta, debido a múltiples factores biológicos y ecológicos propios de la especie, motivo por el que es reconocida por su voracidad y alta capacidad de invasión, razón por la que ha sido incluida dentro de 100 especies vegetales foráneas que representan un peligro latente para para la flora nativa de diferentes países especialmente en Suramérica y los Andes (Beltrán y Barrera, 2017).

*U. europeaus* se ha convertido en un problema ambiental y socioeconómico debido a la alta incidencia de invasión en zonas dedicadas a la producción agropecuaria, motivo por el cual es necesario implementar métodos responsables que contribuyan al manejo biorracional y ecológico de esta especie, sin afectar la flora, fauna y biota del entorno (Rodríguez y Azula, 2020).

Los herbicidas son a menudo el método más recurrente para el control de malezas, sin embargo, muchas de estas sustancias resultan ser peligrosas para la biota edáfica, especialmente en entornos donde la naturaleza suele ser muy vulnerable. Por otro lado, el cambio climático, el uso inadecuado de herbicidas y los factores evolutivos de muchas arvenses dentro de las que se encuentran *U. europeaus* han demostrado aumentar su capacidad de colonización, por lo que ha sido necesario que se creen métodos alternativos que permitan la erradicación responsable y sostenible de arvenses.

## Referencias

- Barrera, I., Rojas, E., Contreras, M. y Basto, I. (2019). *Plan de Prevención, Manejo y Control de las especies de retamo espinoso (*Ulex europeus*) y retamo liso (*Genista monspessulana*) en la jurisdicción CAR*. Convenio 1837 Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y Pontificia Universidad Javeriana.
- Clements, D. R., Peterson, D. J. & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325–337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Contreras, S., Ordoñez, C., Basto, S., Rojas, J., Talero, C. y Barrera, I. (2019). *El retamo espinoso y liso en el Territorio CAR un problema que entre todos debemos solucionar*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y Pontificia Universidad Javeriana.
- Gómez, J. (1995). *Control de malezas. EL cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia*. Cenicaña.
- Moure, M., Reyes, O y Casal, M. (2001). *Relación entre el proceso de maduración y la respuesta germinativa al fuego de semillas de dos especies de *Ulex europeus**. Congreso Forestal.
- Muñoz, E. (2009). *El espinillo (*Ulex europeus* L.) un invasor biológico en el sur de Chile: estado de su conocimiento y alternativas de control*. Gestión Ambiental.
- Sanguino, J. A. (2018). Identificación de impactos generados por el retamo espinoso en la vereda santa rosa localidad ciudad bolívar. *Boletín Semillas Ambientales*, 12(1), 160–164. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/13628/13973>.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2014). *Lineamientos para el control de retamo espinoso (*Ulex europeus*) y retamo liso (*Genista Monspessulana*) en el distrito capital*.





## Exploración del manejo biológico de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) con lepidópteros fitófagos en Sumapaz

**LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ<sup>1</sup>**

**GLORIA ADRIANA VELOSA CRUZ<sup>2</sup>**

**JUAN GABRIEL NIÑO CASTILLO<sup>3</sup>**

---

1 <https://orcid.org/0000-0002-3010-9360> - lbanda@ucundinamarca.edu.co - Docente TCO Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0000-0002-9617-7534> - gvelosa@ucundinamarca.edu.co - Ingeniera Agrónoma.

3 <https://orcid.org/0000-0003-4347-564X> - jgnino@ucundinamarca.edu.co - Ingeniero Agrónomo.

## Los lepidópteros y el retamo espinoso

Las polillas y mariposas son un grupo de insectos del orden Hymenoptera, los cuales, en su mayoría, son fitófagos. Este grupo de fitófagos que se encuentran asociado al retamo espinoso en ambientes como los ecosistemas de páramo, pueden ser potencialmente controladores biológicos de dicha maleza.

Los enemigos naturales de plagas de las plantas a menudo son clasificados de acuerdo con la “amplitud de dieta” o el “rango de hospederos”, en el que la selectividad o especificidad de los organismos controladores sobre las plagas (malezas) es un factor fundamental (Van Driesche et ál., 2007), por lo tanto, fue que este trabajo se exploró la alternativa de control biológico de *U. europeaus*, para lo que se realizó la evaluación del consumo y sobrevivencia de larvas de lepidópteros nativos con una aproximación a la especificidad en la alimentación sobre esta maleza.

En este capítulo se exploran morfoespecies de larvas de lepidópteros defoliadores asociados a *U. europeaus* en el Sumapaz —en Sibaté, Soacha y Pasca—. También incluye resultados de consumo y selectividad hacia cultivos con evaluación de la preferencia de alimentación de larvas de Lepidoptera en plantas de *Ulex europeaus*, *Zea mays*, *Solanum tuberosum* y *Alium cepa*, cuyo trabajo se desarrolló bajo condiciones semicontroladas para generar una aproximación a potenciales controladores biológicos nativos del orden Lepidoptera que podrían regular la maleza exótica de retamo espinoso.

## Consumo y sobrevivencia de lepidópteros en plantas de retamo espinoso

Se utilizaron estados larvales obtenidos previamente, producto de la recolección realizada en campo de zonas en Sibaté, Soacha y Pasca, entre los 2700 m s. n. m. y 3300 m s. n. m., en los que se tomaron estados larvales de orden Lepidoptera y fueron liberadas para evaluar el efecto de estas en la regulación de plantas de *U. europeaus* como controladores biológicos, ya que se realizaron evaluaciones previas de larvas de lepidópteros en cuanto al consumo de retamo espinoso (Figura 191).

En el experimento se utilizaron un total de 30 plantas en las que se ubicaron 12 larvas inicialmente, sumando un espécimen a los 14 día después de la primera liberación. En dicho experimento se evaluó la sobrevivencia de larvas durante 56 días, para ello se tuvo en cuenta la muerte de los lepidópteros y el cambio de estado morfológico. La otra variable evaluada fue el consumo de follaje de retamo espinos por parte de las larvas, lo cual se evaluó mediante una escala de consumo preestablecida, midiendo el porcentaje de afección ocasionado por los lepidópteros liberados (Figura 192).



**Figura 191.** Evaluación previa de Consumo de retamo espinoso (a, b y c) por parte de morfoespecies de lepidópteros colectados en la zona del Sumapaz  
Fuente: elaboración propia.

### ***Escala de porcentaje de consumo de por larvas de lepidópteros***

Se logró estandarizar y elaborar una escala de porcentaje de consumo de *U. europaeus* por parte de las diferentes larvas liberadas (Figura 192). Esto para larvas de orden Lepidoptera recolectadas en zonas del páramo de Sumapaz en las localidades de Sibaté, Soacha y Pasca.

**Grado 0:** no se observó ninguna afectación a nivel de órganos fotosintéticos.

**Grado 1:** daño a nivel de órganos fotosintéticos (hojas), adicional a algunas espinas. El consumo fue notario en tejidos jóvenes y apicales.

**Grado 2:** daño a órganos fotosintéticos (hojas y espinas) se redujeron los tejidos jóvenes al máximo y el consumo fue notorio en tejidos adultos.

**Grado 3:** la presencia de tejidos jóvenes desapareció al máximo, los tejidos adultos presentaron afecciones notorias y se vieron afectados a gran escala.

**Grado 4:** la defoliación de tejidos jóvenes y adultos afectó los procesos fotosintéticos, se observó el inicio de pérdida de turgencia con algunos amarillamientos.

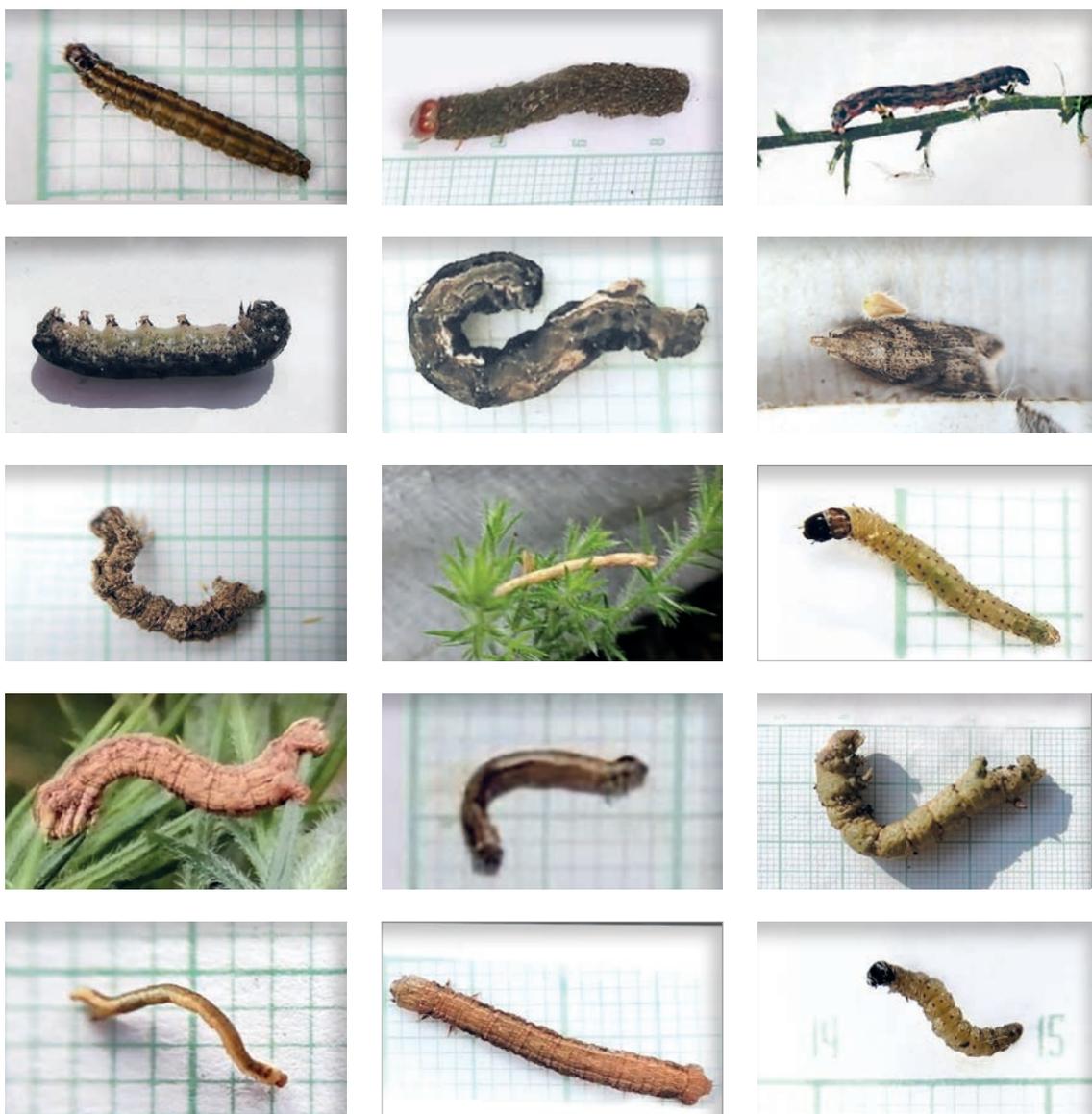
**Grado 5:** daño en gran parte de la planta a nivel de órganos fotosintéticos (hojas y espinas); pérdida notable de turgencia en gran parte de la planta, la mayoría de los órganos apicales presentaron muerte absoluta, solo fue posible observar algunos órganos de color verde.



**Figura 192.** Escala de consumo para *U. europaeus* por parte de larvas de lepidópteros. Grado 0 al grado 5  
Fuente: elaboración propia.

### Morfoespecies de lepidópteros colectados en Sibaté, Soacha y Pasca

En la Figura 193 se presentan larvas y algunos adultos de Lepidoptera (A a Z y A1 a A4). Se muestran fotografías de las larvas de lepidópteros (morfoespecies) asociados al retamo y presentes en las áreas de Sibaté, Soacha, Pasca. Se colectaron 30 morfoespecies que se alimentan de retamo espinoso que pueden ser potenciales controladoras biológicas de esta especie de maleza invasora es un indicador de la diversidad de fitófagos nativos que se estarían alimentando de retamo espinoso.



**Figura 193.** Morfotipos (morfoespecies) de larvas de lepidópteros (A a Z y A1 a A4) registrados en Sibaté, Soacha y Pasca asociados al retamo espinoso

Fuente: elaboración propia con base en Borrór et ál., 2005.

## Fluctuación de la densidad de población de lepidópteros en Sibaté, Soacha y Pasca

En la Figura 194 se observó la fluctuación de la densidad de lepidópteros asociados a *U. europaeus* en los municipios de Sibaté, Soacha y Pasca para muestreos realizados entre el octubre del 2020 y marzo de 2022 (470 días), de 2 a 4 individuos por muestreo realizado hasta los 470 días después del primer muestreo —de ahora en adelante DDPM—.

Uno de los posibles factores ambientales que afectó a las poblaciones de lepidópteros fue los periodos de altas precipitaciones en las diferentes zonas de muestreo. Los lepidópteros son insectos migratorios con hábitos alimenticios y reproductivos específicos que se encuentran directamente relacionados con especies vegetales, estos procesos en ocasiones pueden verse alterados por factores climáticos o migratorios (Domínguez et ál., 2009). Por lo anterior, podría afirmarse que la fluctuación de la población de lepidópteros asociada a *U. europeaus* estuvo afectada por factores climáticos, principalmente por periodos de lluvia que influyen a nivel bioecológico en la reproducción y alimentación para las diferentes zonas de estudio, por ende, la fluctuación de la población de lepidópteros varió a lo largo de los diferentes muestreos realizados.

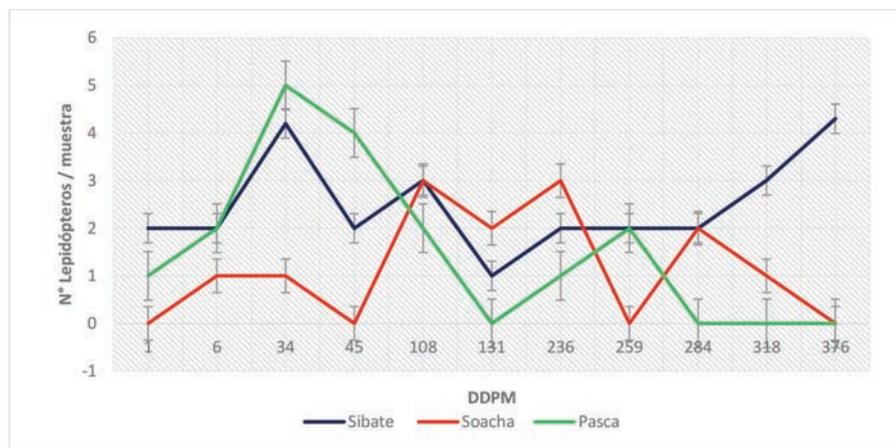
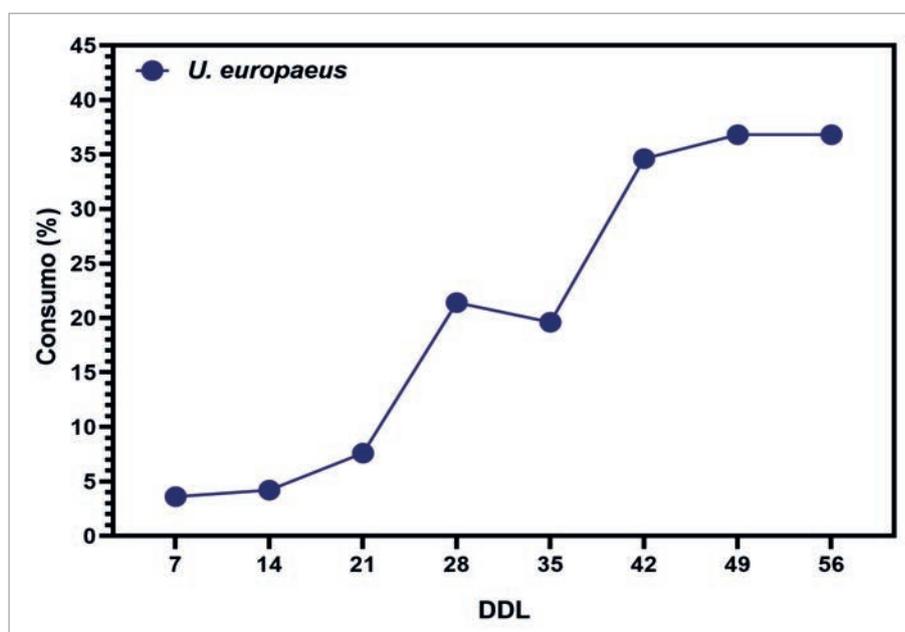


Figura 194. Fluctuación de la densidad de lepidópteros asociados a *U. europeaus* en zonas de influencia de Sibate, Soacha y Pasca durante 376 DDPM  
Fuente: elaboración propia.

## Evaluación de consumo y sobrevivencia de lepidópteros en retamo espinoso, papa, maíz y cebolla

### Alimentación y sobrevivencia de larvas de lepidópteros en retamo espinoso

En la Figura 195 se observa el porcentaje de consumo de *U. europeaus* por parte de lepidópteros liberados —recolectados previamente en zonas de influencia de los municipios Sibate, Soacha y Pasca—. Los lepidópteros liberados presentaron un consumo que varió del 4 al 40 % tras 56 días de seguimiento. En promedio la sobrevivencia de insectos liberados para los primeros 35 días después de la liberación —de ahora en adelante, DDL— fue de 4/12 individuos liberados, como se observa a continuación, en la Tabla 28.



**Figura 195.** Consumo de insectos lepidópteros liberados en *U. europaeus* recolectados en Sibaté, Soacha y Pasca. \*La flecha indica la liberación de nuevas morfoespecies a los 35 días DDL. Fuente: elaboración propia.

**Tabla 28.** Supervivencia de lepidópteros liberados en *U. europaeus*

	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sobrevivencia	12/12	9/12	8/12	8/12	4+15	19/19	15/19	14/19

Nota. El día 35 se realizó una segunda liberación de 15 larvas por unidad experimental que se sumaron a las sobrevivientes de la primera liberación.

Fuente: elaboración propia.

### Alimentación y supervivencia de lepidópteros en retamo espinoso versus maíz, papa y cebolla

En la Figura 196 se observa la evaluación de preferencia de alimentación de larvas de Lepidoptera en plantas de *U. europaeus*, *Z. mays*, *S. tuberosum* y *A. cepa* en un periodo de 32 días. Se evidenció la selectividad de los lepidópteros liberados estimada en un 40 % para el último día en *U. europaeus*, donde la preferencia de selectividad y consumo por parte de larvas de Lepidoptera fue de esta especie. Lo anterior demuestra que las larvas colectadas en plantas de retamo espinoso se están alimentando y completando su ciclo biológico en dicha especie invasora, lo cual, es un indicador del potencial de control biológico por medio de los lepidópteros defoliadores.

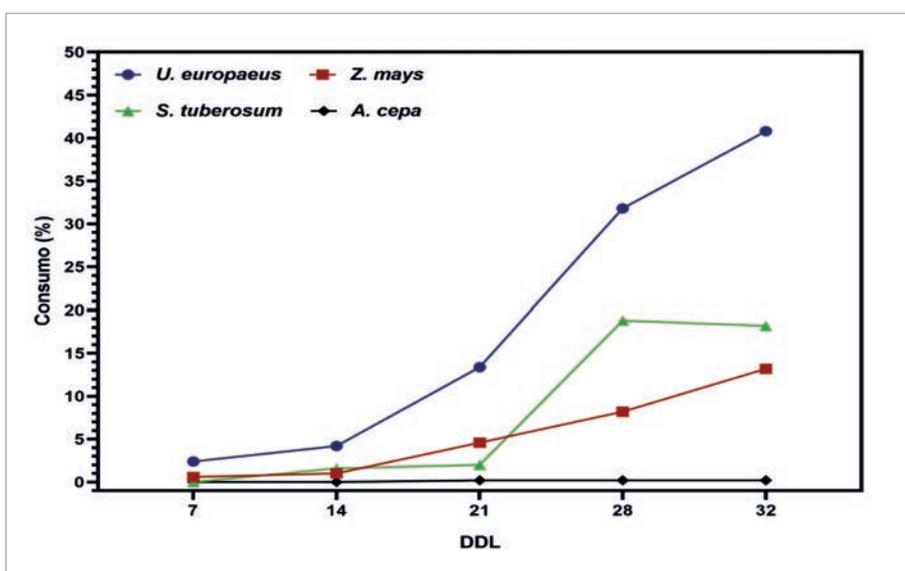


Figura 196. Prueba de preferencia para lepidópteros liberados en *U. europaeus*, *Z. mays*, *S. tuberosum* y *A. cepa*.

Fuente: elaboración propia.

Lo que se encontró en este estudio puede contrastar con lo reportado en otros países donde se reportaron lepidópteros defoliadores de retamo espinoso, como en el caso reportado en Chile por Norambuena et ál. (2001), quienes presentan a la polilla *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae) como especie que se alimenta del retamo.

También se analizó la supervivencia de las larvas liberadas (Tabla 29), las cuales mermaron su población a los 21 días de liberación, momento en el cual se liberaron 14 larvas más. Se evidenció de nuevo la selectividad de *U. europaeus*. Después de 32 días de evaluación, la cantidad individuos de lepidópteros liberados presentó una supervivencia mayor en plantas de retamo espinoso frente a las especies cultivadas.

Tabla 29. Supervivencia de lepidópteros liberados en *U. europaeus*, *Z. mays*, *S. tuberosum* y *A. cepa*

Sobrevivencia	Semana 0	Semana 1	Semana 2*	Semana 3	Semana 4
<i>U. europaeus</i>	11	8/10	4+10*	12/14	10/14
<i>S. tuberosum</i>	11	9/10	7+10*	4/17	4/17
<i>A. cepa</i>	11	4/10	0+10*	5/10	0/10
<i>Z. mays</i>	11	9/10	6+10*	7/16	6/16

Nota. \*El día 14 (semana 2) se realizó una segunda liberación de 10 larvas por unidad experimental que se sumaron a las sobrevivientes de la primera liberación.

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

La regulación natural de poblaciones es la dinámica de los ecosistemas naturales, por consiguiente, la especie de maleza retamo espinoso cuenta con un potencial de reguladores naturales como son los insectos fitófagos que se alimentan de dicha especie.

Los insectos lepidópteros en su mayoría herbívoros y con una gran diversidad encontrada en los ambientes evaluados en la zona del Sumapaz, con presencia de *U. europaeus*., mostraron una relación estrecha de alimentación con plantas de esa maleza.

Se recolectaron en un periodo de 12 meses una población de lepidópteros representativa de las zonas de Sibaté, Soacha y Pasca, cuyo número por muestra estuvo alrededor 2 a 4 individuos asociado a una comunidad de lepidópteros presente en *U. europaeus*.

Las frecuencias de lepidópteros en las zonas evaluadas entre los 2700 m s. n. m. y 3400 m s. n. m., con presencia de retamo espinoso, fueron habituales durante el periodo de evaluación, dado a que en todos los muestreos se registró al menos una vez la presencia de larvas de lepidóptero asociados a esta arvense.

Los individuos de Lepidoptera liberados mostraron una preferencia hacia el consumo de *U. europaeus* durante la fase experimental, en comparación con las plantas de cultivos predominantes en las zonas de estudio, por lo cual pueden ser potenciales candidatos para la aplicación de técnicas de control biológico en esta especie.

Se evidenció un gran potencial de control biológico de la maleza invasora de retamo espinoso mediante insectos lepidópteros nativos, como una posible alternativa para el manejo de la maleza, lo que requiere continuar con programas de investigación que contribuyan a la preservación de la biodiversidad autóctona de los ecosistemas tropicales andinos de Colombia.

## Referencias

- Borror, D.J., Triplehorn, C.A., Johnson, N. F. (2005). (7<sup>th</sup> ed.) *An introduction to the study of insects*. Thomsomn Brooks /cole.
- Domínguez, E., Molineri, C. y Nieto, C. (2009). Lepidopteros. En M. Lillo (Ed.), *Macroinvertebrados bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología* (pp. 309-339). [https://www.researchgate.net/publication/260417584\\_Macroinvertebrados\\_benticos\\_Sudamericanos\\_Sistematica\\_y\\_Biologia](https://www.researchgate.net/publication/260417584_Macroinvertebrados_benticos_Sudamericanos_Sistematica_y_Biologia)
- Norambuena, M., Escobar, S. y Rodríguez, A. (2001). *Control Biológico de Ulex europaeus L.: Internacion a chile de dos poblaciones del Bioagente agonopterix ulicetella (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae)*. Agricultura Técnica.
- Van Driesche, R., Hoddle, M. y Center, T. (2007). *Control de Plagas y Malezas por enemigos naturales*. The Forest Health Technology Enterprise Team. [https://www.bfa.fcny.edu.ar/catalogo/doc\\_num.php?explnum\\_id=504](https://www.bfa.fcny.edu.ar/catalogo/doc_num.php?explnum_id=504)





## CAPÍTULO 12

# Evaluación de daños en tallos de retamo espinoso (*Ulex europeus* L.) por aplicación de herbicidas: resultados preliminares

**ALBA GISELA FAJARDO ORTIZ<sup>1</sup>**

**ARLETTE IVONNE GIL CLAVIJO<sup>2</sup>**

---

1 <https://orcid.org/0000-0002-8193-7780> - agfajardo@ucundinamarca.edu.co - Docente Universidad de Cundinamarca.

2 <https://orcid.org/0000-0001-6536-5877> - aigil@ucundinamarca.edu.co - Docente tco Universidad de Cundinamarca.

■ Los estudios de biología de poblaciones de plantas se han llevado a cabo en especies vegetales consideradas malezas y pueden ser útiles para generar alternativas de manejo (Mortimer, 1984). La aplicación de conceptos de tipo ecológico es fundamental para entender y manejar las poblaciones de malezas, aunque la mayor dependencia de herbicidas provoca que los conocimientos básicos sean cada vez menos importantes (Vitta et ál., 2002).

Para el caso de retamo espinoso se han propuesto diversas estrategias de manejo, control y restauración de áreas, entre la que se encuentran, entre otras, la remoción de individuos adultos, el agotamiento del banco de semillas en el suelo, la remoción de plántulas y el control de retoños y rebrotes de las plantas. Para llevarlas a cabo, se pueden realizar remociones manuales y el uso de productos herbicidas, aunque algunos habitantes de las zonas afectadas manifiestan que, al aplicar productos de síntesis química repetidamente, se pierde eficacia del producto y se incrementan los costos (León y Vargas, 2011).

Existe un amplio desconocimiento en Colombia para la mitigación de esta especie invasora, debido a que se debe tener cuidado con la aplicación de productos herbicidas para el control de retamo espinoso. Sin embargo, Broadfield y McHenry (2019) concluyen que el uso de herbicidas en *U. europeaus* puede ser viable tanto en la aplicación a nivel foliar, del suelo o aplicado, ya sea al cogollo o al tocón (tallo cortado), pues ha dado resultados positivos para el control de las poblaciones de esta especie.

Debido a lo anterior, se realizó un ensayo de campo mediante la aplicación de dos herbicidas comerciales, con ingredientes activos metsulfurón metil (nombre comercial Destierro SL) y glufosinato de amonio (nombre comercial ALLY® 60 WG) a los tallos de plantas de retamo espinoso en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), con el fin de obtener datos preliminares concretos que permitan visualizar un mecanismo de control para esta especie de maleza.

El metsulfurón metil es un herbicida sistémico que inhibe la síntesis de aminoácidos y se encuentra dentro del grupo de las sulfonilureas, inhibe la enzima acetolactato sintasa (ALS), por ende, inhibe la síntesis de leucina, valina, isoleucina y la división celular, aunque no tiene ningún efecto sobre el aparato mitótico (Puricelli y Arregui, 2013).

El glufosinato se puede considerar como un herbicida de origen natural —descrito por vez primera en 1972, como un producto de la bacteria del suelo *Streptomyces viridochromogenes*— y se introdujo como producto comercial en 1980. Este es un herbicida de contacto y acción sistémica que, como mecanismo de acción, inhibe la formación de aminoácidos de forma irreversible, específicamente, a la glutamina sintetasa, la cual es una enzima necesaria para la producción

de glutamina y detoxificación del amonio. Las plantas tratadas con este producto mueren por las altas concentraciones de amoniaco, además de que produce una elevada cantidad de peroxidación en la bicapa lipídica que finalmente, conlleva a la degradación de la membrana de las especies tratadas con estas concentraciones (Puricelli y Arregui, 2013).

### Evaluación de daños por aplicación de herbicidas en tallos de *Ulex europaeus* L.

Con el fin de investigar métodos de control para las poblaciones de retamo espinoso, se realizó un experimento de campo en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, cuyas coordenadas son 4°20'N y 74°21'00''W, ubicado a una altura de 1765 m s. n. m. y una temperatura promedio de 20 °C.

Se tomaron plantas jóvenes de retamo espinoso a las cuales se les aplicaron dos herbicidas comerciales (Tabla 30) a los tallos de plantas, con el fin de observar su respuesta a dichos productos y servir como recomendación preliminar para su manejo.

**Tabla 30.** *Herbicidas aplicados a tallos de retamo espinoso como posible mecanismo de control químico*

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis
Metsulfurón metil	ALLY® 60 WG	1 g /5 cm <sup>3</sup> de agua 1 g /10 cm <sup>3</sup> de agua
Glufosinato de amonio	Destierro SL	2,5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua

Fuente: elaboración propia

Inicialmente, se seleccionaron plantas jóvenes de retamo espinoso de dos años de edad, las cuales fueron sembradas desde la semilla sexual y mantenidas en bolsas plásticas, bajo condiciones ambientales. Posteriormente los tallos de las plantas fueron cortados a aproximadamente 15 cm del suelo y seguidamente se abrió un orificio en el tallo, de aproximadamente 0,5 cm de profundidad, con ayuda de una puntilla, para después aplicar directamente el producto por medio de una jeringa, según el tratamiento correspondiente. Se tuvieron tres tratamientos con tres repeticiones y la unidad experimental consistió en una planta. Para el tratamiento testigo, no se realizó aplicación de herbicida (Figura 197).



**Figura 197 a.; 197 b.; 197 c. y 197 d.** *a. Ensayo de evaluación de daño en tallos como efecto de la aplicación de herbicidas. a. Plantas de retamo espinoso utilizadas en el ensayo. b. Corte de tallos. c. Aplicación de herbicidas a las plantas por medio de jeringa. d. Unidades experimentales del ensayo*  
Fuente: elaboración propia.

La evaluación se realizó a los 45 días después de aplicados los tratamientos —de ahora en adelante DDA—, con observación y análisis visual, de forma externa para la apariencia de tallos y examen destructivo de ellos para la evaluación interna, con el fin de reconocer los posibles daños en raíces y nódulos.

El formato utilizado para la recolección de la información fue la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) (1974), para evaluación de daño en plantas por efecto de herbicidas (Tabla 31).

Los resultados mostraron que, a los 45 DDA, las plantas de retamo espinoso tratadas con herbicidas no presentaban a simple vista emisión alguna de hojas o rebrotes, a diferencia de las del tratamiento testigo, en donde en una planta se encontró un pequeño rebrote basal y en otra se presentó consistencia en las raíces. Adicionalmente, en las plantas a las que se aplicó herbicida presentaron daños en tallos, raíces y nódulos (Figura 198).

**Tabla 31.** Escala utilizada para la evaluación de daño en los tallos de retamo espinoso por efecto de herbicidas

Índice	Denominación	Síntomas
0	Ningún daño	Ningún efecto
10		Leve clorosis, retardo en el crecimiento
20		Leve clorosis, retardo en el crecimiento
30	Daño leve	Clorosis más pronunciada, manchas necróticas, malformaciones
40		Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas
50		Sintomatología más marcada
60	Daño moderado	Clorosis intensa, caída parcial de hojas, necrosis y malformaciones marcadas y presencia de rebrotes
70		Defoliación total
80	Daño severo	Muerte de ramas y rebrotes del tercio inferior
90		Muerte casi total de las plantas y rebrotes
100	Muerte total	Muerte total

Fuente: ALAM, 1974.



**Figura 198 a.; 198 b.; 198 c. y 198 d.** Vista general de los tallos de retamo espinoso tratados con herbicidas y sin tratar. a. Metsulfurón metil 1 g /5 cm<sup>3</sup> de agua. b. Metsulfurón metil 1 g /10 cm<sup>3</sup> de agua. c. Glufosinato de amonio 2,5 ml /5 cm<sup>3</sup> de agua. d. Testigo.  
Fuente: elaboración propia.

La información obtenida según la respuesta de las plantas a la aplicación de tratamientos fue tabulada según el puntaje de la escala ALAM (1974), tanto para la sintomatología externa como para los síntomas internos del tejido vegetal (Tabla 32).

**Tabla 32.** Respuesta de los tallos de retamo espinoso a la aplicación de herbicida: evaluación de síntomas externos e internos según la escala ALAM (1974)

Unidades por tratamiento	Tratamiento	Sintomatología externa	Puntaje síntomas externos	Sintomatología tejidos internos	Puntaje síntomas internos
1	Testigo	Tallo seco	100	Nódulos muertos, rebrote	80
2	Testigo	Tallo seco	100	Raíces consistentes	90
1	Ally 1 g /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
2	Ally 1 g /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
3	Ally 1 g /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
1	Ally 1 g /10 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
2	Ally 1g /10 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
3	Ally 1g /10 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
1	Glufosinato de amonio 2,5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
2	Glufosinato de amonio 2,5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100
3	Glufosinato de amonio 2,5 ml /5 cm <sup>3</sup> de agua	Tallo seco	100	Nódulos y raíces muertas	100

Fuente: elaboración propia.

Las plantas del tratamiento testigo, sin aplicación de herbicida, mostraron un rebrote y algunas raíces vivas no mostraron afectación, aunque la sintomatología externa del tallo fue completamente seca (Figura 199).

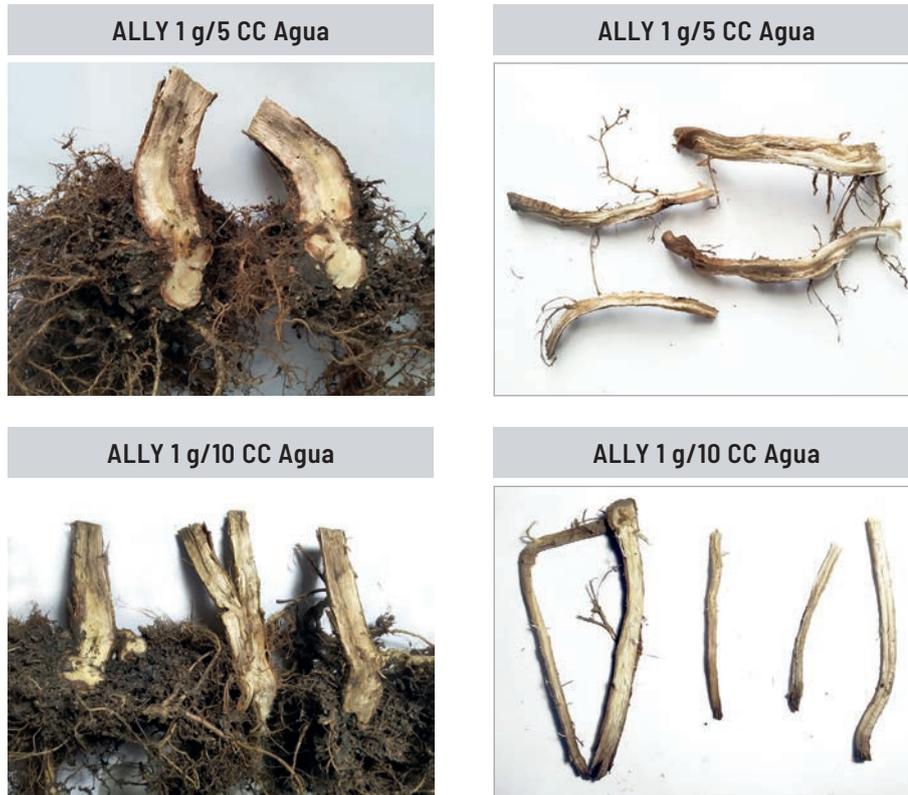


**Figura 199.** Superior izquierda: vista general de raíces. Superior derecha, identificación de rebrote. Inferior izquierda: tallo con afectación de la herida en parte superior y parte basal sin daño. Inferior derecha: raíces sanas  
Fuente: elaboración propia.

Para el tratamiento con el herbicida de ingrediente activo metsulfurón metil (ALLY® 60 WG) se observaron los tallos completamente secos y las raíces y nódulos totalmente muertos, con las dos dosis utilizadas del producto comercial (Figura 200).

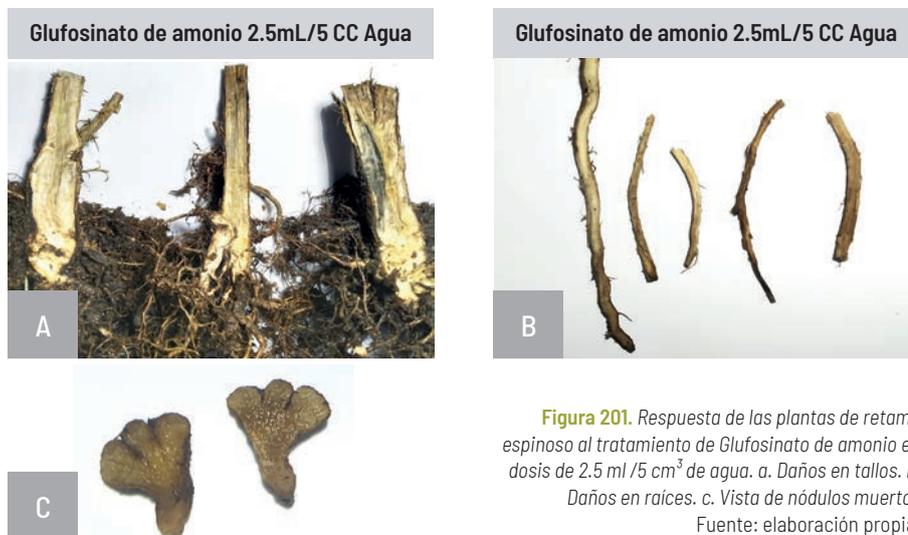
La sintomatología típica como clorosis y necrosis de los tejidos fue observada y, de acuerdo con Arizaleta et ál. (2008), el metsulfurón metil tiene buen control sobre malezas de hoja ancha, más que para gramíneas y ciperáceas, aunque en este caso se utilizó para aplicación en tallos de retamo espinoso.

Los resultados con el tratamiento glufosinato de amonio en dosis de 2,5 ml /5 cm<sup>3</sup> de agua, produjeron en las plantas respuestas de tallos secos, así como raíces y nódulos muertos en todas las plantas (Figura 201).



**Figura 200.** Tratamiento de herbicida metsulfurón metil (ALLY® 60 WG) en las dos dosificaciones a las plantas de retamo espinoso. Nótese los tallos secos y las raíces muertas en las plantas  
Fuente: elaboración propia.

Estas lesiones visuales coinciden con los encontrados por Pline et ál. (1999), quienes visualizaron daños en cinco especies de malezas (*Setaria faberi*, *Chenopodium album*, *Cassia obtusifolia*, *Solanum carolinense* y *Asclepias syriaca*) después de 3 a 5 días de la aplicación de glufosinato de amonio, que inició con clorosis en la parte aérea, seguida por necrosis y muerte de la planta.



**Figura 201.** Respuesta de las plantas de retamo espinoso al tratamiento de Glufosinato de amonio en dosis de 2.5 ml /5 cm<sup>3</sup> de agua. a. Daños en tallos. b. Daños en raíces. c. Vista de nódulos muertos  
Fuente: elaboración propia.

Los resultados aquí plasmados se consideran preliminares y constituyen una base para que en futuros estudios se investigue más a profundidad acerca del control químico para el retamo espinoso, con manejo de dosis de manera no perjudicial al entorno ecológico donde se encuentra esta maleza y así asegurar mecanismos para disminuir las poblaciones y mitigar su impacto ambiental.

## Conclusiones

Es necesario continuar y ampliar el número de investigaciones en las evaluaciones de control de plantas de retamo espinoso, incluyendo una mayor gama de herbicidas, debido a su ubicación en zonas de páramo y así garantizar el no rebrote de esta planta invasora en estas zonas, como un mecanismo de protección ecológica.

## Referencias

- Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). (1974). Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas*, 6-38.
- Arizaleta, M., Anzalone, A. y Silva, A. (2008). Efecto del uso de metsulfuron-metil y glifosato sobre malezas asociadas a cafetales en Venezuela. *Bioagro*, 20(2), 79-88.
- Broadfield, N. & McHenry, M. T. (2019). A World of Gorse: Persistence of *Ulex europaeus* in Managed Landscapes. *Plants (Basel, Switzerland)*, 8(11), 523. <https://doi.org/10.3390/plants8110523>
- León, O. y Vargas, O. (2011). Estrategias para el control, manejo y restauración de áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex europaeus*) en la vereda El Hato, Localidad de Usme, Bogotá D.C. En O. Vargas y S. Reyes (Eds.), (1ª ed.), *La restauración ecológica en la práctica* (pp.474-490). Universidad Nacional de Colombia.
- Mortimer, AM. 1984. Population ecology and weed science. En: R. Dirzo & J. Sarukhán (Eds.), *Perspectives on plant population ecology* (pp. 363-388). Sinauer.
- Pline, W. A., Wu, J. & Hatzio, K.K. (1999). Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in five weed species as influenced by ammonium sulfate and pelargonic acid. *Weed Sci.* 47, 636-643.
- Puricelli, E. y Arregui, M. (2013). *Mecanismos de acción de plaguicidas*. (1ª ed.). Editorial de la Universidad de Rosario.
- Vitta, J. I., Tuesca, D. H., Puricelli, E. C., Nisensohn, L. A. y Faccini, D. E. (2002). El empleo de la información ecológica en el manejo de malezas. *Ecología Austral*, 12(1), 083-087. [tps://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia\\_Austral/article/view/1568](https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1568)





**Figura 202.** Inicio de invasión de plantas de retamo espinoso (*U. europaeus* L.) en una zona urbana de Bogotá  
Fuente: elaboración propia.

## Epílogo

■ Las especies invasoras se presentan como un reto para la conservación de los ecosistemas, debido a su alta capacidad de competencia y de establecerse como especies dominante en diferentes paisajes: no solo transforman las relaciones ecológicas existentes, sino que reemplazan y disminuyen la riqueza y diversidad biológica de especies del ecosistema afectado.

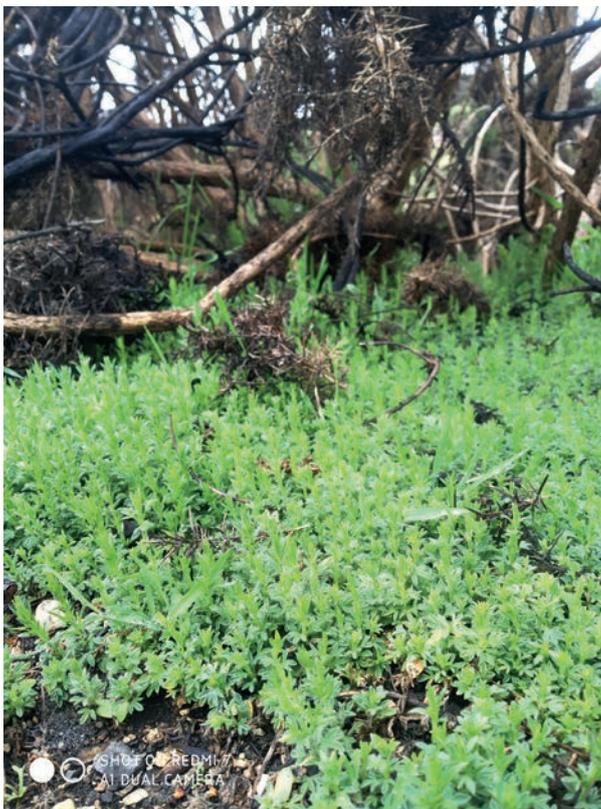
El retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) fue introducido a Colombia en la década de 1950, a partir de ahí inició su rápida expansión, especialmente en las zonas de clima frío como los páramos. Esta especie es muy exitosa como invasora, se encuentra catalogada entre las más agresivas del mundo debido a sus formas de propagación de tipo sexual (por semilla) y asexual, desplaza a las plantas propias de los ecosistemas nativos y áreas cultivadas. Más grave aún es que ya se encuentra en áreas urbanas y su zona de influencia ha aumentado en el país (Figuras 202 y 203).



**Figura 203.** Invasión de retamo espinoso en zona rural de Sibaté, Cundinamarca  
Fuente: elaboración propia.

Existen algunos estudios nacionales como internacionales sobre esta planta, pero son pocos y se necesitan más investigaciones para entender su biología, fisiología e interacciones ecológicas y sobre todo, los mecanismos de control efectivos que permitan su disminución poblacional, puesto que existe la creencia popular de que las quemadas de las plantas adultas pueden servir para menguar el número de individuos, pero se observó que ocurre lo contrario, pues las quemadas incrementan la germinación de semillas y la emergencia de plántulas, lo que conlleva en corto tiempo a una mayor invasión (Figuras 204 y 205).

Una vez instalado en los páramos, el retamo espinoso puede cubrir grandes áreas en las que disminuye la capacidad de retención y regulación de los caudales de las diferentes fuentes de agua que nacen en estos ecosistemas, factor preocupante para el mantenimiento de las fuentes de agua disponibles en Colombia, por lo tanto, es importante conocer las interacciones ecológicas de retamo espinoso con los diferentes elementos del ecosistema con el fin de establecer el manejo integral que permita mantener a estas poblaciones bajo control en los diferentes ecosistemas que ha invadido, por medio del uso de diferentes estrategias de control biológico —como el desarrollo de relaciones de parasitismo y depredación— que reduzcan la capacidad de retamo espinoso de colonizar y dominar nuevas áreas.



**Figura 204.**  
*Emergencia de plántulas de retamo espinoso después de una quema en Pasca, Cundinamarca*  
Fuente: elaboración propia.

**Figura 205.** *Rebrote de retamo espinoso posterior a la quema para erradicar plantas adultas*  
Fuente: elaboración propia.



Por lo anterior, esta publicación permitirá generar un conocimiento básico que propende por incentivar no solo a los investigadores, sino a la población en general y en especial a aquella que se encuentra ubicada en los sitios donde existe este problema de invasión ecológica, para que, con la ayuda de universidades, organizaciones ambientales y entes gubernamentales se puedan realizar más estudios que permitan seguir en la ruta de obtener resultados fehacientes de mecanismos de control para mitigar el daño ecológico de esta especie invasora. Para lograr lo anterior, es importante continuar con procesos investigativos que permitan establecer relaciones ecológicas de retamo espinoso en los páramos colombianos y ecosistemas afectados por esta planta en el país.

**Figura 206.** Planta de retamo espinoso (*U. europeaus L.*) en floración  
Fuente: elaboración propia.







**UDECA**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

ISBN: 978-628-7702-07-3



9 786287 702073