



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos "Alexander von Humboldt"
Colombia

Ocampo-Zuleta, Korina; Solorza-Bejarano, Jairo
Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europaeus* L. en bordes del matorral invasor
en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia
Biota Colombiana, vol. 18, núm. 1, junio, 2017, pp. 89-98
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49151841002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europaeus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia

Seed bank of the spiny reed, *Ulex europaeus* L., along edges of thickets of this invasive species in a zonal ecosystem of High Andes forest, Colombia

Korina Ocampo-Zuleta y Jairo Solorza-Bejarano

Resumen

Se estableció la densidad de semillas de retamo espinoso (*Ulex europaeus*) en bordes de matorral invasor al sur de los Cerros Orientales de Bogotá. A través del método de conteo directo se estableció la abundancia de semillas presente en seis puntos de muestreo en sitios ubicados entre los 2.700 y 3.200 m de altitud, y cuatro intervalos de profundidad entre los 0 y 20 cm. Se establecieron densidades de semillas variables para los seis puntos de muestreo entre 109 y 3.384 semillas m⁻². A nivel de profundidad, la mayor densidad de semillas se encuentra en el intervalo de 0 a 5 cm para todos los sitios muestreados. En los puntos de muestreo se encontraron diferencias significativas en la cantidad de semillas a diferentes altitudes ($p=0,0416$) y intervalos de profundidad evaluados ($p=0,0392$). Se determina que existe un alto potencial en los bordes de matorral para la extensión de las áreas invadidas, por activación del banco de semillas de la especie invasora, lo que sugiere la necesidad de una estrategia prioritaria para el control de estas áreas de borde en el marco de procesos de restauración ecológica en ecosistemas altoandinos.

Palabras clave. Bogotá. Colombia. Densidad de semillas. Gradiente altitudinal. Retamo espinoso.

Abstract

The seed density of *Ulex europaeus* was established on borders of invasive scrub thickets to the south of the Eastern Hills of Bogotá. Through the direct counting method, seed abundance was established at six sampling points in an altitudinal gradient between 2.300 and 3.200 meters altitude, and for four soil depth ranges of 0 to 20 cm. Variable seed densities were established for the six sampling points between 109 and 3.384 seeds m⁻². With regard to depth, the highest seed density was in the range of 0 to 5 cm for all sites sampled. Among the sampling points, significant differences were found in the number of seeds at different altitudes ($p = 0,0416$) and depth ranges evaluated ($p=0,0392$). There is a high potential at the edges of scrub for the extension of the invaded areas, by activation of the seed bank of the invasive species, suggesting the need for a priority strategy for the control of these border areas in the framework of ecological restoration processes in high Andean ecosystems.

Key words. Altitudinal gradient. Bogotá. Colombia. Gorse. Seed density.

Introducción

El banco de semillas en el suelo es esencial para comprender diferentes procesos ecológicos, básicos para la formulación e implementación de estrategias de conservación y restauración ecológica, ya que representan un reservorio de diversidad genética y se constituyen en elementos estratégicos para la resiliencia y adaptación de especies en diferentes escenarios de disturbio, durante periodos variables, dependiendo de su tamaño y duración (Pérez y Santiago 2001, Cano-Salgado *et al.* 2012, Fernández *et al.* 2013).

El análisis del banco de semillas puede ser un indicador de respuesta potencial a diferentes grados de disturbio, teniendo en cuenta la composición y densidad de semillas presentes, las características estructurales de los individuos vegetales que se puedan expresar y los grados de amenaza que representa la presencia de especies invasoras, pues permite plantear medidas que propenden por el éxito de la restauración del hábitat (Cox y Allen 2008, Wang *et al.* 2010, Faist *et al.* 2013, Mora 2013).

En Colombia, se registra la presencia de la especie *Ulex europaeus* (retamo espinoso), originaria de la costa occidental de Europa y norte de África, cuya distribución se ha ampliado en diversas áreas geográficas por todo el mundo (Clements *et al.* 2001), siendo considerada una de las 100 especies invasoras más agresivas del mundo (Lowe *et al.* 2000, Aguilar 2010, Baptiste *et al.* 2010, Kaal *et al.* 2012). Arribó al país en la década de 1950, introducida como cerca viva y se estableció en los Cerros Orientales de Bogotá (Ríos 2005, Vargas *et al.* 2009). A través de los años aumentó su cobertura, ocupando extensas áreas zonales de bosque altoandino, generando la exclusión de flora y fauna nativa.

Ulex europaeus se caracteriza por ser una especie con reproducción sexual y asexual, pionera de rápido crecimiento y alta capacidad de invasión (Moure *et al.* 2001, Udo *et al.* 2016), con alta producción y longevidad de semillas, así como, con alto porcentaje de germinación, rápido

crecimiento y óptimo desarrollo (Colombo-Speroni y De Viana 2000), que se retroalimenta de forma positiva bajo disturbios asociados al fuego (Hill *et al.* 2001). Morfológicamente, las semillas son ovoides, comprimidas lateralmente y ligeramente asimétricas, son de color verdoso, pardo o negruzco al madurar, lisas y brillantes (Cubas y Pardo 1988). La cubierta de las semillas es dura e impermeable que le permite mantenerse en dormancia hasta 30 años, logrando soportar diversos disturbios como los incendios, conservando su viabilidad (MacCarter 1980, Clements *et al.* 2001, Ríos 2005, Torres 2009, Aguilar-Garavito 2010, Barrera-Cataño *et al.* 2010).

El objetivo de esta investigación fue establecer la abundancia del banco de semillas de *U. europaeus* en los bordes de los matorrales, en diferentes altitudes y distintos intervalos de profundidad en el suelo, que permitan establecer parámetros de referencia para el control de la especie en el marco de procesos de restauración ecológica en ecosistemas altoandinos.

Material y métodos

Área de estudio

Este estudio se realizó al sur oriente de la ciudad de Bogotá, Colombia, zona rural de las localidades de San Cristóbal y Usme. La temperatura media anual en la zona es de 14 °C, la precipitación anual es de 1 075 mm, posee una topografía ligeramente ondulada, con suelos arcillosos. Se seleccionaron seis puntos de muestreo en un gradiente altitudinal entre los 2.700 y 3.200 metros de altura, en cinco áreas con invasión de *U. europaeus* (Figura 1), con diferentes características de elevación, topográficas y de disturbios asociados, en matorrales con diferente edad de establecimiento (Tabla 1).

Muestreo

En cada punto altitudinal se seleccionó un matorral de *U. europaeus* con un área entre 25 y 40 m², en el periodo entre mayo y octubre de 2015. Para cada borde

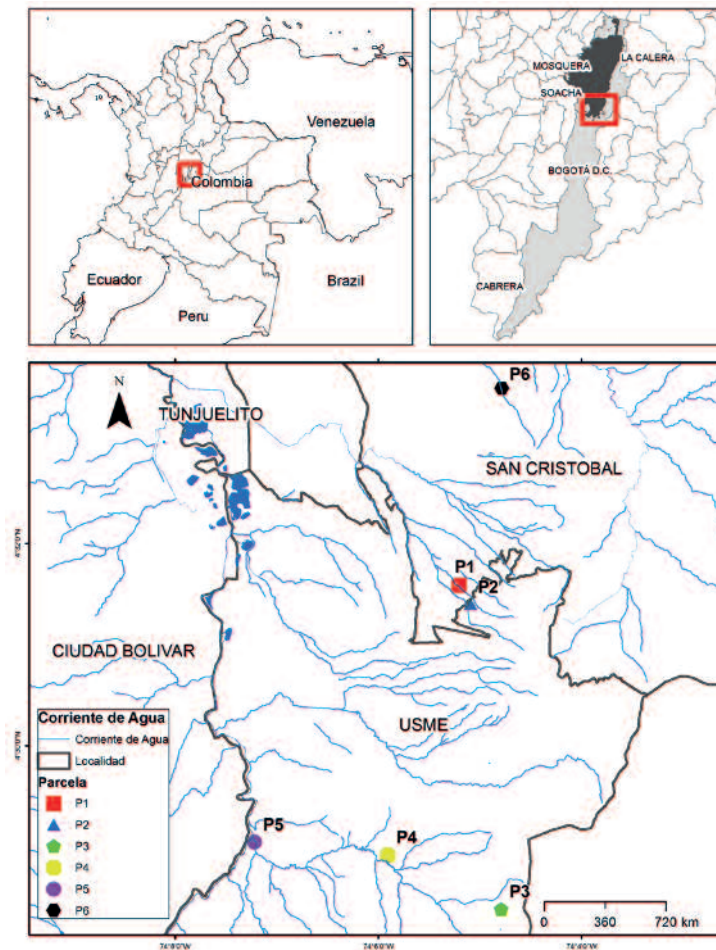


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo de semillas de *Ulex europaeus*, sector sur oriental de Bogotá, Colombia.

Tabla 1. Puntos de muestreo de suelo, sector sur oriental de Bogotá.

Punto de muestreo	Localidad	Altitud (m s.n.m.)	Coordenadas	Pendiente	Edad matorral	Disturbio asociado : Asociación con: <i>Genista monspessulana</i> (retamo liso).
1	La Arboleda – L. San Cristóbal	3 000	04°31'35,6" N 74° 05'12,0" W	35 - 55°	7 años	Actividades agropecuarias Recurrencia de quemas y conatos.
2		3 100	04° 31'24,2" N 74° 05'05,4" W			
3	Bosque Sur Oriental – L. Usme	3 200	04° 28'23,3" N 74° 04'47,3" W	50 - 60°	4 años	Amenaza media - remoción en masa-
4	Los Soches – L. Usme	2 900	04° 28'55,5" N 74° 05'54,3" W	35 - 40°	4 años	Asociación con: <i>Genista monspessulana</i> (retamo liso).
5	Quebrada Fucha - L. Usme	2 700	04° 29'03,0" N 74° 07'13,1" W	0 - 3°	3 años	Borde vial.
6	Ramajal – L. San Cristóbal	2 800	04° 33'31,8" N 74° 04'46,9" W	45 - 50°	7 años	Ganadería ovina Amenaza media - reptación.

del matorral se tomaron al azar cuatro muestras de suelo a 1,5 m al exterior desde la base del tallo, usando un anillo de 454 cm³ (Ø 5,4 cm). Las muestras fueron tomadas retirando la cubierta vegetal e introduciendo el anillo 20 cm en el suelo. Cada muestra se separó

en cuatro intervalos de profundidad, 0-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm y 16-20 cm. Adicionalmente, en los bordes de los matorrales en cada punto de muestreo, se seleccionaron 20 vainas al azar y se hizo el conteo de semillas contenidas (Figura 2).

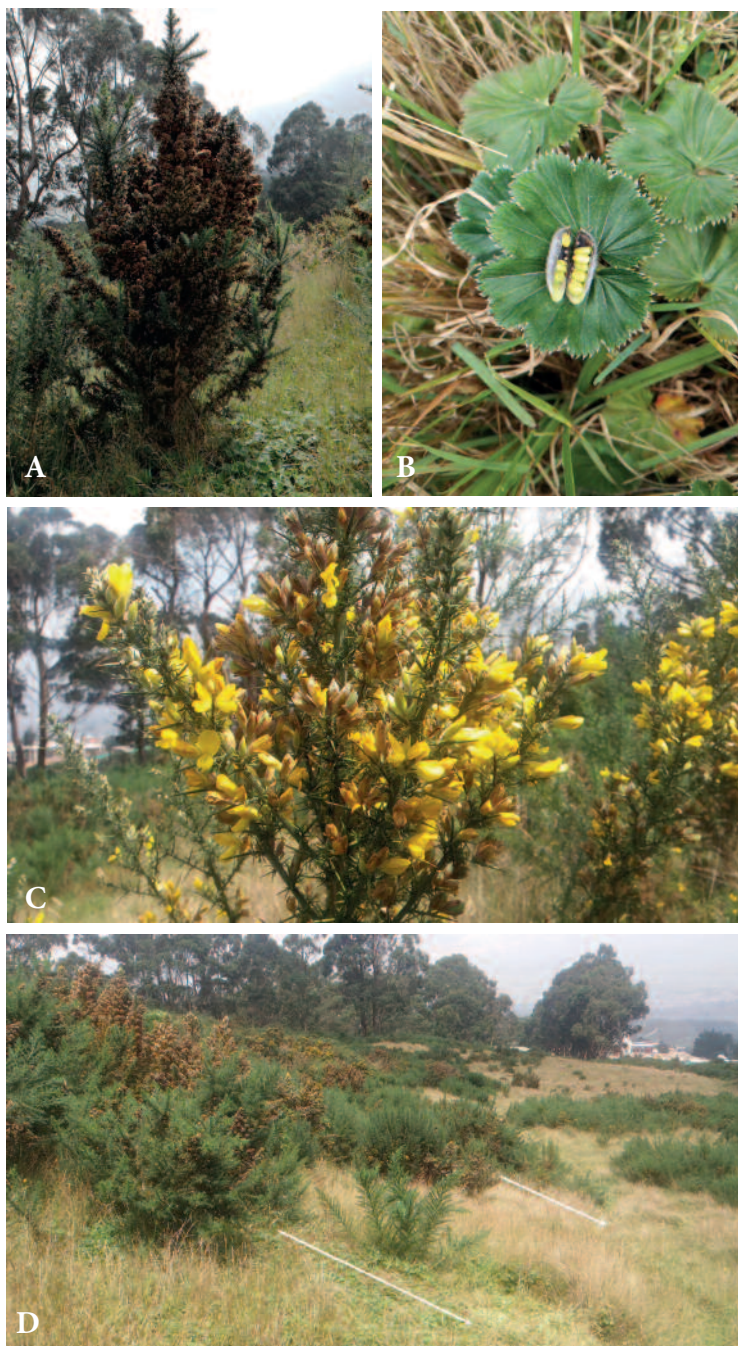


Figura 2. A) Individuo de *Ulex europaeus*. B) Vaina de *Ulex europaeus*. C) Floración de *Ulex europaeus*. D) Bordes de avance de *Ulex europaeus*.

Extracción y procesamiento de las muestras

El método para determinar el número total de semillas presentes en cada una de las muestras de suelo se realizó por medio de conteo directo como lo proponen Thompson (1987), Simpson *et al.* (1989), Gross (1990) y Piudo y Caveró (2005). Las muestras fueron secadas en un horno a 60 °C, por 72 horas para que cada muestra fuera desagregada mediante el tamizado (1,18 mm), que permitió la retención de semillas de *U. europaeus* que presentan tamaños promedio de 4 mm de largo (Ireson *et al.* 2003).

Los resultados fueron analizados mediante modelos lineales generalizados, usando distribución binomial negativa para modelar datos de conteos o repetición de ensayos. Se evaluó la normalidad de los datos, y posteriormente, para conocer si existen diferencias significativas entre la cantidad y densidad de semillas con respecto al gradiente altitudinal de los sitios y los intervalos de profundidad muestreados se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El paquete estadístico usado para determinar estos resultados fue SPSS Statistics V24 (IBM Corp. Released 2015).

Resultados y discusión

Densidad de semillas

En las 24 muestras de los cinco sitios muestreados se encontraron un total de 104 semillas, de las cuales 53 presentan un estado maduro y 51 están en estado inmaduro, con heterogeneidad en el número de semillas por muestra. El intervalo de profundidad donde se encontró mayor cantidad de semillas fue de 0 a 5 cm con un total de 74 semillas, seguido del intervalo de 11 a 15 cm con 16 semillas (Figura 3). El punto de muestreo con el mayor número de semillas fue el que posee el disturbio de ganadería bovina, en concordancia con lo registrado por Figueroa y Jaksic (2004), para zonas con pastoreo. A nivel de altitud, se encontró mayor cantidad de semillas a los 3.100 m de altitud.

Para cada uno de los sitios evaluados se calculó la densidad con respecto a la profundidad de cada sitio

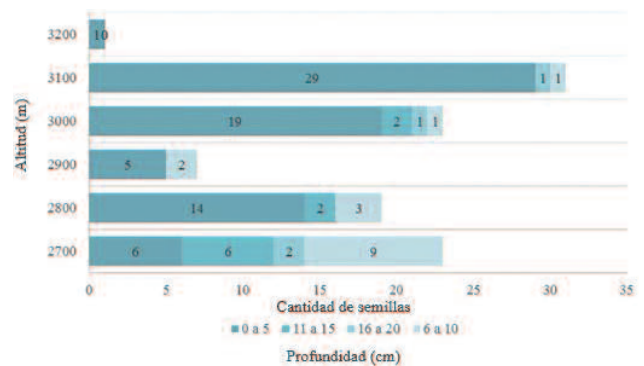


Figura 3. Número de semillas por intervalo de profundidad y altitud en los sitios de muestreo, al sur de los Cerros Orientales de Bogotá.

encontrando entre 109 y 3.384 semillas m^{-2} (Figura 4). Las mayores densidades de semillas m^{-2} , están representadas en los puntos de muestreo a 3.000 y 3.100 m de altitud. En la franja límite del ecosistema de páramo, a 3.200 m de altitud la densidad de semillas calculada es la más baja, encontrando diferencias significativas entre las densidades estimadas entre los sitios evaluados (K-W_(5,6), $p=0,416$).

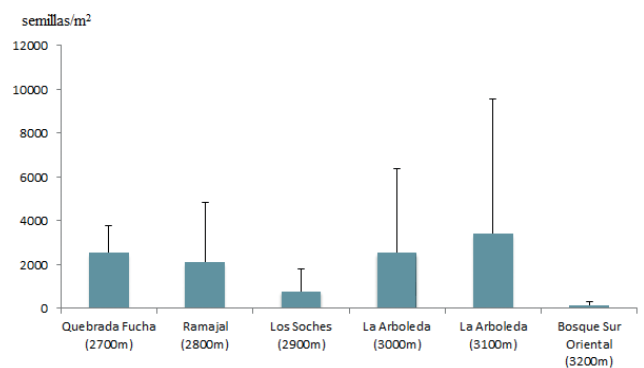


Figura 4. Densidad de semillas de *Ulex europaeus* en los sitios de muestreo entre los 2.700 y 3.200 m de altura.

El análisis de densidad en los intervalos de profundidad (Figura 5), muestra un patrón de disminución en el número de semillas a medida que aumenta la profundidad del suelo. En los bordes de matorrales de *U. europaeus*, las semillas se encuentran depositadas principalmente en el intervalo de 0 a 5 cm de profundidad con una densidad de 5.386 semillas m^{-2}

y una representatividad del 71 % del total de semillas en los primeros 20 cm del suelo. En este caso, existen diferencias significativas entre la densidad de semillas con respecto al intervalo de profundidad (K-W_(3,4), $p=0,3919$). El efecto del ajuste del modelo binomial negativo para la cantidad de semillas con respecto a los sitios indicó que estos últimos son totalmente independientes (Sig=0,688 $p=0,05$), sin encontrar un patrón de distribución en el gradiente altitudinal.

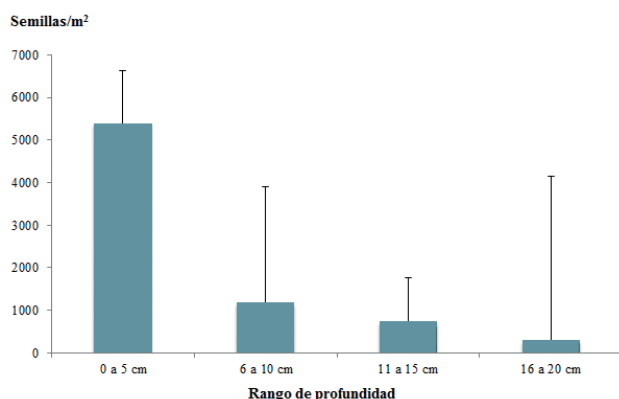


Figura 5. Densidad de semillas de *Ulex europaeus* en diferentes intervalos de profundidad.

La densidad del banco de semillas de *U. europaeus* en las áreas de borde, se relaciona con semillas de tipo persistente, viables en el suelo por varios años (Hill *et al.* 2000, Clements *et al.* 2001, Bossuyt *et al.* 2007) y en profundidades de 5 cm (Moore 2006, Markin 2008). Estas características se deben a la testa dura e impermeable, latencia y dispersión balística de las semillas, sumado a la favorabilidad que confiere las condiciones climáticas en la franja tropical (Figuerola y Jaksic 2004, Vargas 2007, Bedoya-Patiño *et al.* 2010).

Para las zonas de borde de matorral ubicadas entre los 2.700 a 3.200 m s.n.m. se encontró que en promedio se tiene una densidad de 1.892 semillas m⁻², siendo inferiores a los reportes de Radcliffe (1985) con 120.000 semillas m⁻², Lee *et al.* (1986) con 8.600 semillas m⁻² y Hill *et al.* (2000) con 34.000 semillas m⁻², los cuales fueron tomados para áreas completas bajo la cobertura de la especie invasora. Sin embargo, el método de conteo directo, permitió una estimación del banco de semillas de los bordes de matorral, no

sesgada por la presencia de semillas de otras especies con el uso de métodos basados en la germinación (Gibson 2002).

Las semillas en los primeros 5 cm de profundidad del suelo pueden permanecer latentes y viables pues están protegidas por la hojarasca, tal como lo señalan Moscoso-Marín y Diez-Gómez (2005), no obstante, estas semillas pueden ser más susceptibles al ataque de depredadores y daños mecánicos, es así que, no existe una relación directa entre la densidad de semillas y la germinación de las mismas (Muñoz 2009), así mismo, el arribo de las semillas de *U. europaeus* en los bordes del matorral, está influenciado por la cantidad de semillas producidas por los individuos vegetales, el periodo de maduración y el tipo de disturbio asociado (Rees y Hill 2001, Hill *et al.* 2008), donde se pueden encontrar vainas con hasta nueve semillas (Cowley 1983, Torres 2009, Davies *et al.* 2008). Para este estudio se encontró un máximo de 6 semillas/vaina a 3.000 m s.n.m, sin embargo, el promedio para todos los sitios de muestreo en el gradiente altitudinal fue de 4 semillas/vaina, sin constituirse en un factor diferencial de la variación en las densidades registradas para los sitios de muestreo (Figura 6).

Los valores de densidad de las semillas muestran cómo los bordes de los matorrales de *U. europaeus*, tienen potencial avance, establecimiento y propagación, sin embargo, dependerá en mayor medida de su edad, pendiente y grado de disturbio, así como, las variaciones edáficas, clima, distribución de nutrientes y la depredación (Cano-Salgado *et al.* 2012).

Edad de los matorrales

La edad de los matorrales puede tener inferencia en la capacidad de producción de semillas y depósito en el suelo, sin embargo, existen otros factores que pueden inferir en estas variables, relacionadas con los disturbios asociados, como la remoción periódica o fenómenos de fuego recurrentes. El continuo proceso de formación, regeneración y crecimiento potencian las fases de producción de biomasa en su proceso de sucesión vegetal (Clements *et al.* 2001,

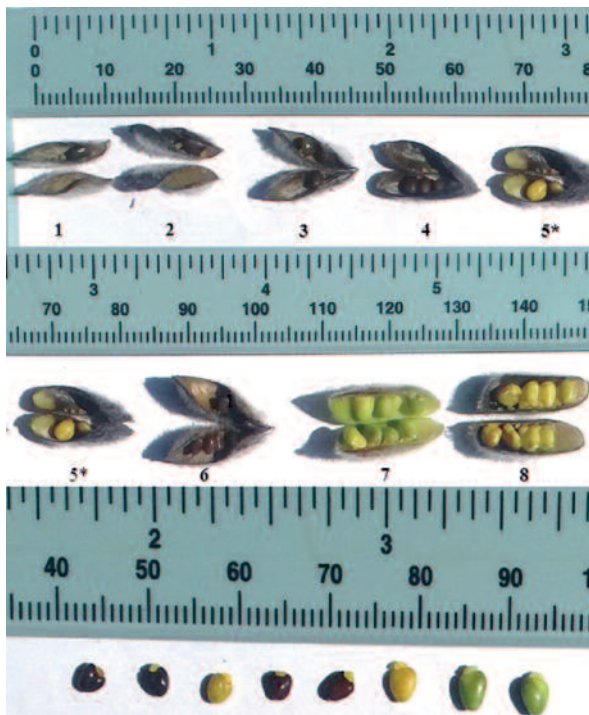


Figura 6. Descripción del número de semillas de *U. europaeus*.

Beltrán y Barrera-Cataño 2014), siendo entre los 10 y 20 años donde inicia el crecimiento constante de la proporción de tallos y una rápida expansión, a su vez que disminuye la densidad de semillas en la zona central de los matorrales (Lee *et al.* 1986), sugiriendo que para los matorrales identificados que se encuentran con edades entre los tres y los siete años, todavía no alcanzan ese periodo de mayor crecimiento, se tiene mayor potencial de invasión y sugiere la necesidad de adelantar procesos de control para evitar la colonización de áreas con coberturas vegetales de tipo zonal.

Distribución altitudinal

Se estimó que hay heterogeneidad en la distribución altitudinal del banco de semillas de *U. europaeus*, su mayor expresión puede localizarse sobre la cota de los 3.100 metros de altura, esto podría evidenciar el avance de la especie en zonas de características frías y su capacidad para continuar su propagación en suelos pedregosos como los de páramo.

Pendiente de las zonas

Las pendientes encontradas en las zonas de muestreo podrían influir en la cantidad de semillas que se encuentren en los primeros centímetros del suelo, dado que por efectos de lavado o arrastre por declive y escorrentía pueden desplazarse hacia otros lugares, lo que puede afectar la producción y acumulación de semillas en el suelo (Enciso *et al.* 2000), teniendo en cuenta que cuatro de los cinco sitios de muestreo se encuentran zonas con pendientes mayores a los 35°.

Grado de intervención

La salud de un matorral está determinada no solo por las condiciones ambientales, sino también por la asociación con la vida silvestre, carreteras e infraestructuras (León *et al.* 2016a), no obstante, es importante la erradicación en su primera etapa a fin de minimizar la dispersión natural, además de prevenir la formación de un gran banco de semillas, esto teniendo en cuenta que los sitios estén autorizados para realizar los trabajos, pues pueden ser de propietarios privados (Prasad 2003, Rotherham 2007), limitándose por la posibilidad de destinación de recursos públicos o por decisiones del tenedor del predio respecto a las proyecciones de uso que se tenga de esos espacios.

El control de la expresión del banco plantular en los bordes de los matorrales de *U. europaeus*, resulta de suma importancia en los procesos de conservación de áreas circundantes, dada la capacidad de la especie invasora de producción de semillas y sus características de latencia, esto con el fin de proponer e implementar estrategias para la restauración ecológica como lo proponen Segura (2005), Muñoz (2009), Bare y Ashton (2016) y León *et al.* (2016b). En este sentido, es necesario profundizar en la historia de disturbio en el lugar, la dinámica espacial del paisaje dentro de las zonas invadidas (Altamirano *et al.* 2016), desarrollar la investigación sobre requerimientos ambientales, su grado de perturbación y la evaluación de competencia con especies nativas como lo propone Norambuena y Ormeño (1991), para retornar los atributos estructurales y funcionales

de los ecosistemas degradados y recuperar la biodiversidad del lugar (Amaya-Villarreal y Renjifo 2010, Solorza-Bejarano 2012).

Conclusiones

El intervalo de profundidad con mayor densidad de semillas corresponde al de 0 a 5 cm, con un promedio de 5.386 semillas m⁻², confiriendo una relevancia en las estrategias de control de la expansión del *U. europaeus*, a través del control periódico de las zonas de borde, disminuyendo el riesgo de colonización y establecimiento de nuevos individuos vegetales.

En el gradiente altitudinal, la mayor densidad de semillas se encontró en los 3.100 m. s.n.m., con un promedio de 3.384 semillas m⁻², sin embargo, es necesario la profundización en los estudios sobre variables topográficas, meteorológicas y de disturbios asociados, para establecer patrones y comparar dinámicas a diferentes alturas, con el fin de establecer si existe la dependencia o no de factores asociados con la altura y su incidencia en los procesos de invasión de *U. europaeus*.

El banco de semillas en los bordes de matorral, tiene la potencialidad de ampliar la población de *Ulex europaeus*, por tanto, conocer la viabilidad y latencia de las semillas, permitirá el desarrollo de procesos de control y erradicación de la especie teniendo en cuenta los ciclos de mantenimiento pertinentes, sumado con la reintroducción de especies nativas que ralenticen el crecimiento de los matorrales y permitan la competencia con las plántulas de la especie invasora.

Bibliografía

- Aguilar-Garavito, M. 2010. Restauración ecológica de áreas afectadas por *Ulex europaeus*, Serranía El Zuque, Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, localidad 4 San Cristóbal, Bogotá D.C., Colombia. Bogotá D.C.: Convenio 005/09 SDA-IDIPRON. 82 pp.
- Altamirano, A., J. Cely, A. Etter, A. Miranda, A. Fuentes-Ramírez, P. Acevedo y R. Vargas. 2016. The invasive species *Ulex europaeus* (Fabaceae) shows high dynamism in a fragmented landscape of south-central Chile. *Environmental Monitoring and Assessment* 188 (495): 1-15.
- Amaya-Villarreal, Á. y L. Renjifo. 2010. Efecto del retamo espinoso *Ulex europaeus* sobre las aves de borde en un bosque altoandino. *Ornitología Colombiana* 10: 11-25.
- Baptiste, M., N. Castaño, D. Cárdenas, F. Gutiérrez, D. Gil, D. y C. A. Lasso. 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 200 pp.
- Bare, M. y M. Ashton. 2016. Growth of native tree species planted in montane reforestation projects in the Colombian and Ecuadorian Andes differs among site and species. *New Forests* 47 (3): 333-355.
- Barrera-Cataño, J., S. Contreras-Rodríguez, N. Garzón-Yepes y A. Moreno-Cárdenas. 2010. Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital. Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Ambiente y Pontificia Universidad Javeriana. 401 pp.
- Bedoya-Patiño, J., J. Estévez-Varón y G. Castaño-Villa. 2010. Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 142: 77-91.
- Beltrán, H. y J. Barrera-Cataño. 2014. Caracterización de invasiones de *Ulex europaeus* L. de diferentes edades como herramienta para la restauración ecológica de bosques altoandinos, Colombia. *Biota Colombiana* 15 (Suplemento 2): 3-26.
- Bossuyt, B., E. Cosyns y M. Hoffmann. 2007. The role of soil seed banks in the restoration of dry acidic dune grassland after burning of *Ulex europaeus* Scrub. *Applied Vegetation Science* 10 (1): 131-138.
- Cano-Salgado, A., J. Zavala-Hurtado, A. Orozco-Segovia, M. Valverde-Valdés y P. Pérez-Rodríguez. 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: 437-446.
- Clements, D., D. Peterson y R. Prasad. 2001. The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europaeus* L. *Canadian Journal of Plant Science* 81: 325-337.
- Colombo-Speroni, F. y M. De Viana. 2000. Requerimientos de escarificación en semillas de especies autóctonas e invasoras. *Ecología Austral* 10: 123-131.
- Cowley, J. 1983. Life cycle of *Apion ulicis* (Coleoptera: Apionidae), and gorse seed attack around Auckland, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 10 (1): 83-85.
- 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.
- Cubas, P. y C. Pardo. 1988. Morfología de las semillas del género *Ulex* L. Genisteae, Papilionoideae. *Lagascalia* 15: 275-283.

- Davies, J., J. Ireson y G. Allen. 2008. The phenology and impact of the gorse seed weevil, *Exapion ulicis*, on gorse, *Ulex europaeus*, in Tasmania. *Biological Control* 45: 85-92.
- Enciso, J., P. García-Fayos y A. Cerdá. 2000. Distribución del banco de semillas en taludes de carretera: efecto de la orientación y de la topografía. *Orsis* 15: 103-113.
- Faist, A., S. Ferrenberg y S. Collinge. 2013. Banking on the past: seed banks as a reservoir for rare and native species in restored vernal pools. *AoB PLANTS* 5: 1-1.
- Fernández, C., J. Vega y T. Fonturbel. 2013. Effects of fuel reduction treatments on a gorse shrubland soil seed bank in the north of Spain: Comparing mastication a prescribed burning. *Ecological Engineering* 57: 79-87.
- Figuerola, J. y F. Jaksic. 2004. Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 201-215.
- Gibson, D. 2002. Methods in comparative plant population ecology. Carbondale, Illinois: Oxford University Press. 352 pp.
- Gross, K. L. 1990. A comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. *Journal of Plant Ecology* 78: 1079-1093.
- Hill, R., A. Gourlay y R. Barker. 2001. Survival of *Ulex europaeus* seeds in the soil at three sites in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 392: 235-244.
- Hill, R., A. Gourlay y S. Fowler. 2000. The biological control program against gorse in New Zealand. Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds. Montana, USA: Montana State University. Pp. 909-917.
- Hill, R., J. Ireson, A. Sheppard, A. Gourlay, H. Norambuena, G. Markin y E. Coombs. 2008. A global view of the future for biological control of gorse, *Ulex europaeus* L. Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds. Wallingford, UK.: CAB International. Pp. 680-687.
- IBM Corp. Released 2015. *SPSS for Windows. Version 24.0*. Armonk, NY.: IBM Corp.
- Ireson, J., A. Gourlay, R. Kwong, R. Holloway y W. Chatterton. 2003. Host specificity, release, and establishment of the gorse spider mite, *Tetranychus lintearius* Dufour Acarina: Tetranychidae, for the biological control of gorse, *Ulex europaeus* L. Fabaceae, in Australia. *Biological Control* 26: 117-127.
- Kaal, J., A. Martínez-Cortizas, O. Reyes y M. Soliño. 2012. Molecular characterization of *Ulex europaeus* biochar obtained from laboratory heat treatment experiments – A pyrolysis-GC/MS study. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 95: 205-212.
- Lee, W., R. Allen y P. Johnson. 1986. Succession and dynamics of gorse *Ulex europaeus* L. communities in the dunedun ecological district South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 242: 279-292.
- León, R., F. Torchelsen, G. Overbeck y M. Anand. 2016a. Analyzing the landscape characteristics promoting the establishment and spread of gorse (*Ulex europaeus*) along roadsides. *Ecosphere* 7 (3): 1-14.
- León, R., F. Torchelsen, G. Overbeck y M. Anand. 2016b. Invasive gorse (*Ulex europaeus*, Fabaceae) changes plant community structure in subtropical forest-grassland mosaics of southern Brazil. *Biological Invasions* 18 (6): 1629-643.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Auckland, New Zealand: The Invasive Species Specialist Group ISSG a specialist group of the Species Survival Commission SSC of the World Conservation Union IUCN.
- MacCarter, L. 1980. Gorse: a subject for biological control in New Zealand. *Journal of Experimental Agriculture* 8: 321-330.
- Markin, G. 2008. *Ulex europaeus* L. Common gorse. Pp: 1140 – 1142. En: Bonner, F. y R. Karrfalt, The Woody Plant Seed Manual (Eds.). Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Moore, J. 2006. Controlling gorse seed banks. 15th Australian Weeds Conference proceedings: managing weeds in a changing climate. Australia: The Weed Management Society of South Australia. Pp. 283-286.
- Mora, C. A. 2013. Caracterización estructural de un ecosistema de referencia del matorral espinoso Tamaulipeco en el Noreste. México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 91 pp.
- Moscoso-Marín, L. y M. Diez-Gómez. 2005. Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 582: 2931-2943.
- Moure, M., O. Reyes y M. Casal. 2001. Relación entre el proceso de maduración y la respuesta germinativa al fuego de semillas de dos especies de *Ulex*. III Congreso Forestal Español. Granada: Junta de Andalucía. Pp. 865 -874.
- Muñoz, E. 2009. El espinillo *Ulex europaeus* L. 1753 un invasor biológico en el sur de Chile: estado de su conocimiento y alternativas de control. *Gestión Ambiental* 17: 23-44.
- Norambuena, H. y J. Ormeño. 1991. Control biológico de malezas: fundamentos y perspectivas en Chile. *Agricultura Técnica* 513: 210-219.
- Pérez, E. y E. Santiago. 2001. Dinámica estacional del banco de semillas en una sabana en los llanos Centro-Orientales de Venezuela. *Biotropica* 333: 435-446.

- Piudo, M. y R. Caverio. 2005. Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Publicaciones de biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica* 16: 71-85.
- Prasad, R. 2003. Management and control of gorse and scotch broom in British Columbia. *Technology Transfer Note* 30: 1-6.
- Radcliffe, J. 1985. Grazing management of goats and sheep for gorse control. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 132: 181-190.
- Rees, M. y R. Hill. 2001. Large-scale disturbances, biological control and the dynamics of gorse populations. *Journal of Applied Ecology* 38: 364-377.
- Ríos, H. F. 2005. Potencial de reproducción del retamo espinoso y retamo liso en diferentes zonas climáticas de Bogotá D.C., Colombia. Jardín Botánico José Celestino Mutis. 155 pp.
- Rotherham, I. 2007. Wild gorse: history, conservation, and management. *FWAG Scotland* 7: 17-21.
- Segura, S. 2005. Las especies introducidas: ¿benéficas o dañinas? En: Sánchez, Ó., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, y D. Azuara. Pp: 127 – 133. Temas sobre restauración ecológica. México. Instituto Nacional de Ecología INE-SEMARNAT.
- Simpson, R., M. Allesio y V. Parker. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. Pp: 3-8. En: Leck M. A., V. T. Parker y R. L. Simpson (Ed). *Ecology of soil seed banks*. London: Academic Press.
- Solorza-Bejarano, J. 2012. Evaluación de la regeneración de *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Ulex europaeus* en áreas de proceso de restauración ecológica. *Luna Azul* 34: 66 - 80.
- Thompson, K. 1987. Seeds and seed banks. *The New Phytologist* 106: 23-34.
- Torres, N. A. 2009. Banco de semillas germinable en áreas invadidas por retamo espinoso *Ulex europaeus* con diferentes edades de quema alrededores del embalse de Chisacá, Bogotá, Localidad de Usme. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. 110 pp.
- Udo, N., M. Tarayre y A. Atlán. 2016. Evolution of germination strategy in the invasive species *Ulex europaeus*. *Plant Ecology* 10 (2): 375-385.
- Vargas, O. 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente. 189 pp.
- Vargas, O., O. León y A. Díaz. 2009. Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas. Bogotá D.C. Convenio Interinstitucional Secretaría Distrital de Ambiente- Universidad Nacional de Colombia. 305 pp.
- Wang, N., J.-Y. Jiao, Y.-F. Jia, W.-J. Bai y Z.-G. Zhang. 2010. Germinable soil seed banks and the restoration potential of abandoned cropland on the Chinese Hilly-Gullied loess plateau. *Environmental Management* 46: 367-377.

Korina Ocampo-Zuleta
Jardín Botánico de Bogotá,
Línea de investigación en restauración ecológica,
Bogotá, Colombia
kocampo@jbb.gov.co

Jairo Solorza-Bejarano
Jardín Botánico de Bogotá,
Línea de investigación en restauración ecológica,
Bogotá, Colombia
jsolorza@jbb.gov.co

Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europaeus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia

Citación del artículo: Ocampo-Zuleta, K. y J. Solorza-Bejarano. 2017. Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europaeus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (Suplemento 1): 89 – 98. DOI: 10.21068/c2017.v18s01a05

Recibido: 27 de agosto de 2016
Aprobado: 14 de febrero de 2017