

"Estudio de las características del retamo espinoso (ulex europaeus) localizado en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá para su aprovechamiento como medida de minimización del impacto ambiental causado por su presencia"

Diana Marcela Rojas Pinzón

Director:

Msc. Victor Fabian Forero Ausique

Codirector

Leslie Yaneth Leal Mejía

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C

Mayo 2020

Resumen

Este trabajo presenta el estudio de las propiedades fitoquímicas del retamo espinoso (*Ulex europaeus*) especie invasora de los cerros orientales de Bogotá D.C., Colombia, con el fin de encontrar alternativa de manejo de esta especie para solucionar los problemas que ha generado en diferentes ecosistemas, teniendo en cuenta que ha invadido grandes áreas desplazando especies. Se realizó la caracterización química de muestras de hojas, tallos y semilla. Los resultados muestran que esta especie tiene sustancias de tipo: alcaloides, flavonoides, terpenos, esteroides, ácidos grasos y diferentes tipos de poli fenoles que, aunque podrían tener aplicaciones en la industria farmacéutica, nutracéutica, industria agropecuaria y cosmética; sus concentraciones son tan bajas en esta especie que no resultan ser rentables para su utilización en estas industrias. Por lo tanto, la propuesta más viable como alternativa de uso, es retirar esta especie del suelo para evitar sus efectos negativos en el ecosistema y transformar este material en compostaje.

Palabras clave: Fitoquímica, *Ulex europaeus*, especies invasoras, compostaje, Bogotá.

Contenido

Resumen.....	2
Tabla de ilustraciones	6
Lista de tablas	8
Introducción	13
Planteamiento del problema.....	16
Justificación	18
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos específicos	19
Marco teórico	20
Plantas invasoras.....	20
Antecedentes.....	20
Retamo espinoso.....	22
Descripción y Cuenta de Variación.....	22
<i>Suelo</i>	27
Antecedentes de alternativas y posibles usos para el manejo de <i>ulex europaeus</i>	28
Metodología	30

Descripción del área de estudio	30
Recolección de muestras Semillas Retamo espinoso.....	31
Análisis.	31
<i>Método de extracción de aceites por soxhlet.</i>	32
Marcha fitoquímicas (Análisis cualitativo).....	32
<i>Preparación de las muestras</i>	32
<i>Sistemas de elución y reveladores</i>	33
Determinación del contenido de polifenoles totales	33
<i>Estándar de Referencia</i>	34
<i>Preparación de las muestras</i>	34
<i>Resultados ampliados</i>	35
Determinación de ácidos grasos y compuestos fenólicos mediante gc/ms.....	36
<i>Preparación de la muestra</i>	37
Resultado y análisis.....	37
Análisis cualitativo - marcha fitoquímica de metabolitos secundarios por <i>HPTLC</i>	37
<i>Alcaloides</i>	38
<i>Terpenos y esteroides</i>	39
<i>Flavonoides</i>	40
Contenido de poli-fenoles totales.....	41

Obtención de aceites y determinación de ácidos grasos y compuestos fenólicos mediante gc/msy a partir de semillas de <i>Ulex europaeus</i>	43
<i>Obtención de aceites y determinación de ácidos grasos a partir de semillas de U. europaeus</i>	43
<i>Determinación de compuestos fenólicos en el aceite</i>	47
Conclusiones.....	49
Referencias.....	52

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Ulex europaeus L. A, rama en flor ($\times 1/2$) (Clements D. R. , . Peterson D. J, & Prasad R.(2001).....	23
Ilustración 2. Ulex europaeus L. B, flor individual ($\times 2$) (Clements D. R. , . Peterson D. J, & Prasad R.(2001).....	23
Ilustración 3. Ulex europaeus L. C, una semilla madura ($\times 20$) (Clements D. R. , . Peterson D. J, & Prasad R.(2001)	23
Ilustración 4. Ulex europaeus L. D, plántula (Clements D. R., Peterson D. J, & Prasad R. 2001).	24
Ilustración 5. Ubicación localidad san cristobal. Tomado de: (E.S.E. San Cristóbal.PIC. Gestión Local. Proceso Cartografía, 2011).	30
Ilustración 6. Curva de calibracion para la determinacion de contenido de polifenoles totales (TPC).....	36
Ilustración 7. Placa cromatográfica para detección de alcaloides revelada con reactivo Dragendorff y nitrito de sodio.....	39
Ilustración 8. Placa cromatográfica para detección de terpenos y esteroides Hojas revelada con reactivo Liebermann-Burchard (LB) (a) luz visible (b) luz ultravioleta (365 nm).	40
Ilustración 9. Placa cromatográfica para detección de flavonoides (a) luz visible, (b) luz UV a 365 nm, (c) luz UV 254 nm (d) Revelada con reactivo NP/PEG con luz UV a 365 nm.	41

Ilustración 10. De acuerdo a un Análisis de Varianza (ANOVA) a un valor alfa (α) de 0,05: las columnas con diferentes letras presentan diferencias estadísticamente significativas (valor $p < 0,05$)42

Ilustración 11. Perfil cromatográfico de ácidos grasos del aceite extraído: 1: ácido láurico. 2: ácido mirístico. 3: ácido palmítico. 4: ácido linoleico. 5: ácido oleico. 6: ácido eláidico. 7: ácido esteárico. 8: ácido cis-11eicosanoico. 9: ácido eicosan45

Ilustración 12. Perfil cromatográfico de trimetilsilil éster (TMS). 1: β -tocoferol. 2: α -tocoferol.47

Lista de tablas

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de recolección de la muestra en la localidad de San Cristóbal.....	31
Tabla 2. Sistemas de elución y reveladores para análisis por HPTLC	33
Tabla 3. Datos de calibración.....	36
Tabla 4. Análisis cualitativo (marcha fitoquímica) de metabolitos secundarios por HPTLC	37
Tabla 5. Contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.....	42
Tabla 6. Estadísticos de prueba.....	43
Tabla 7. Rendimiento de la extracción del aceite	44
Tabla 8. Tipos de aceites.....	44
Tabla 9. Tocoferoles presentes en aceite de semillas de <i>Ulex europaeus</i>	47

RAE	Fecha de elaboración: mayo de 2017	
Tipo Publicación: Proyecto de Investigación	Páginas: 64	Año: 2017
Título: "ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL RETAMO ESPINOSO (<i>ULEX EUROPAEUS</i>) LOCALIZADO EN LOS CERROS ORIENTALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ PARA SU APROVECHAMIENTO COMO MEDIDA DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR SU PRESENCIA"		
Autor: Diana Marcela Rojas Pinzón		
Palabras Claves: Fitoquímica, <i>Ulex europaeus</i>, especies invasoras, compostaje, Bogotá.		
Descripción: En este trabajo se realizó el estudio fitoquímico de la especie <i>Ulex europaeus</i> para evaluar alternativas de manejo de esta especie invasora que ha causado alteraciones negativas a los ecosistemas presentes en los cerros orientales de Bogotá, Colombia.		
<p>Fuentes:</p> <p>Azula, M. (2011). <i>Caracterización del compost producido a partir de la biomasa de siete especies exóticas e invasoras seleccionadas en el proyecto de restauración ecológica. Jardín Botánico -Perfil de proyecto de investigación</i>. Retrieved from http://repositorio.jbb.gov.co/bitstream/001/1008/13/Anexo3.pdf</p> <p>Buitrago, L. (2013b). Producto 5. Propuesta para el manejo, transformación y Aprovechamiento integral y biosegura de los residuos Vegetales del retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>) y retamo liso (<i>Genista monspessulana</i>) para la región capital. Bogotá: Jardín Botánico. Retrieved September 2, 2014, from http://jbb-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/358/5/PRODUCTO5.pdf</p>		

De Rodriguez, D. J., Chulia, J., Simões, C. M., Amoros, M., Mariotte, A. M., & Girre, L. (1990).

Search for “in vitro” antiviral activity of a new isoflavonic glycoside from *Ulex europaeus*.

Planta medica, 56(01), 59-62.

Duhart Martínez, K. A. (2012). *Estudio de la composición de alcaloides de Ulex europaeus*

L.(Fabaceae) en Chile y su actividad biológica (Doctoral dissertation, Universidad de

Concepción. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Departamento de Botánica).

Jobson, H. T., & Thomas, B. (1964). The composition of gorse (*Ulex europaeus*). *Journal of the*

Science of Food and Agriculture, 15(9), 652-656.

Tighe-Neira, R., Díaz-Harris, R., Leonelli-Cantergiani, G., Iglesias-González, C., Martínez-

Gutiérrez, M., Morales-Ulloa, D., & Mejías-Lagos, P. (2016). Efecto de extractos de *Ulex*

europaeus L. en la producción de biomasa de plántulas de ají (*Capsicum annum* L.), en

condiciones de laboratorio. Idesia (Arica).Universidad del Campo. (2011). Edafología 1.

Retrieved August 12, 2015, from

<http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

Contenido

Resumen analítico del escrito

Este trabajo presenta el estudio de las propiedades fitoquímicas del retamo espinoso (*Ulex europaeus*) especie invasora de los cerros orientales de Bogotá D.C., Colombia, con el fin de encontrar alternativa de manejo de esta especie para solucionar los problemas que ha generado en diferentes ecosistemas, teniendo en cuenta que ha invadido grandes áreas desplazando especies. Se realizó la caracterización química de muestras de hojas, tallos y semilla. Los resultados

muestran que esta especie tiene sustancias de tipo: alcaloides, flavonoides, terpenos, esteroides, ácidos grasos y diferentes tipos de polifenoles que, aunque podrían tener aplicaciones en la industria farmacéutica, nutracéutica, industria agropecuaria y cosmética; las cantidades de estos compuestos son tan bajas en esta especie que no resultan ser rentables para su utilización en estas industrias. Por lo tanto, la propuesta más viable como alternativa de uso, es retirar esta especie del suelo para evitar sus efectos negativos en el ecosistema y transformar este material en compostaje.

Diseño Metodológico

Se tomaron muestras de tallos, hojas y semillas de *U. europaeus*, en una zona de protección por parte del Jardín Botánico en la localidad de San Cristóbal en los cerros orientales de Bogotá; a estas muestras se les realizaron análisis de extracción de aceite, marcha fitoquímica, determinación de polifenoles totales, determinación de ácidos grasos y perfil de compuestos fenólicos, para determinar presencia y cantidad de estos compuestos en diferentes órganos de *U. europaeus*.

Conclusiones

1. *U. europaeus* contiene sustancias como alcaloides, flavonoides, terpenos, esteroides, polifenoles, y diferentes tipos de ácidos grasos que pueden resultar de interés para las industrias: cosméticas, nutracéuticas y farmacéutica principalmente; sin embargo, las cantidades que presenta de estos compuestos son tan bajas que no resulta rentable utilizar esta especie como materia prima para estas industrias.
2. Las propiedades de los alcaloides que contiene *U. europaeus* son de alto interés para las

industrias farmacéutica y agrícola como control de plagas; por sus propiedades analgésicas, antivirales y antifúngicas, entre otras, sin embargo, su uso ha sido restringido en esta industria porque se han reportado efectos secundarios a nivel de hepatotoxicidad, neurotoxicidad y teratogénesis.

3. *U. europaeus* contiene flavonoides y polifenoles que al ser compuestos antioxidantes tiene efecto positivos sobre el aumento en biomasa de otras especies vegetales y protección contra daños, por tanto la opción de manejo más factible para el control de esta especie es retirar toda las plantas y su banco de semillas de las áreas invadidas, para que no sigan teniendo efectos negativos sobre el ecosistema, y transformarlo en extractos o compost, como lo viene realizando el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis para aprovechar sus propiedades antioxidantes en las actividades de producción agrícola.

Autor del RAE: Diana Marcela Rojas Pinzón

Introducción

Todo sistema natural conserva un equilibrio entre sus componentes y de este equilibrio depende la diversidad de especies, entre mayor diversidad tenga un sistema más estable y equilibrado es, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos que éste tiene, como aprovisionamiento de agua, de especies animales y vegetales, de alimento para animales, mantenimiento del suelo, entre otros (Gould, 2007).

Cada especie está adaptada a su ambiente y este es el que la controla; de su interacción con el ambiente depende en gran parte su distribución y abundancia, pero en muchas ocasiones las especies por intereses particulares son trasladadas a un ambiente diferente, donde no existen agentes que las controlen como sus enemigos naturales o donde las condiciones para su crecimiento se potencian, lo que les permite un crecimiento descontrolado, en ocasiones muy superior al de las especies nativas, cuando esto sucede, se dice que son especies invasoras (Ojasti, J., 2001).

Uno de los casos más relevantes de alteración de ecosistemas por la presencia de especies invasoras es el del retamo espinoso (*Ulex europaeus*), esta especie fue traída a Bogotá con el objetivo de recuperar suelos, estabilizar terrenos y construir cercas vivas; sin embargo se propagó rápidamente desplazando aves nativas al impedir su proceso de anidación debido a su textura espinosa, limita el crecimiento de otra vegetación en la zona y además absorbe grandes cantidades de agua y minerales generando sequía en cuerpos de agua cercanos como riachuelos, promoviendo procesos de erosión en los suelos (Rodríguez I., 2012). Adicionalmente, hay evidencia de que el retamo espinoso no permite los procesos de sucesión vegetal en los

ecosistemas, perturbando la dinámica de las especies naturales y por lo tanto causa disminución de la biodiversidad de especies (Azula, M., 2011).

Se han realizado estudios para el control de la especie invasora de manera manual y siembra de especies nativas, en el cual se arranca manualmente y se quema el material eliminado, así como trampas de semillas para el control de su dispersión, tal y como lo citó Barrera-Cataño, J.I., S.M *et al.*, en 2010. Sin embargo, esto tiene ciertas limitaciones ya que por experiencias realizadas demanda gran cantidad de esfuerzo, tiempo, dinero y en ocasiones contribuyen a prolongar las condiciones que facilitan la permanencia de las especies que se desean controlar.

Otros de los métodos de erradicación como la eliminación mecánica presenta desventajas ya que: es muy costosa y requiere repuestos e insumos, demanda capacitación de personal, se presenta dificultad para controlar la dispersión de semilla, el trabajo con maquinaria pesada puede ser difícil en áreas con pendientes fuertes y susceptibles a la erosión; por otra parte el control químico es perjudicial para el ambiente y debe ser utilizado bajo la reglamentación local sobre permisos y restricciones para el uso en sistemas naturales, además que puede afectar a otros seres vivos (Buitrago, L. 2013).

Por lo anteriormente expuesto, estos procedimientos para erradicación son poco efectivos y económicamente inviables, lo que motiva este proyecto para evaluar alternativa del uso de las hojas y semillas de *Ulex europaeus* relacionada con la presencia de sustancias químicas aprovechables en diferentes industrias, que se realizará a través del estudio de las características fitoquímicas de las hojas y semillas de *Ulex europaeus*. La distribución geográfica del complejo invasor fue estudiada por el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Ríos, AHF. 2005) dicha

distribución sustenta la hipótesis de que puede existir una relación entre las condiciones ambientales y los patrones de producción de estructuras de reproducción de estas especies invasoras, redundando en un nivel diferencial de agresividad de las mismas, ya que *U. europaeus* crece bien en la mayoría de los tipos de suelos, tolerando bastante bien condiciones de:

- Acidez con un rango de pH óptimo para su crecimiento de 4.5-5.0
- Baja concentración de materia orgánica característica de suelos bien drenados y zonas altamente disturbadas.
- Baja disponibilidad de nutrientes.

Por lo que algunos sitios como los bordes de caminos, dunas de arena, bancos de gravas, pastizales sobrepastoreados, áreas taladas y áreas quemadas ofrecen sitios ideales para su establecimiento (Reyes, S. & Vargas. O., 2011).

Planteamiento del problema

Ulex europaeus se ha propagado de manera descontrolada ocupando varias hectáreas en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá y al ser pirogénica promueve incendios forestales en los ecosistemas de esta región, que afecta varias especies, causa daño en el suelo y dificulta el acceso para las entidades encargadas de atender emergencias y controlar el fuego. (Ríos, AHF. 2005). Littera. P, Jobbágy. E. G, y Paruelo. J. M., (2011) encontraron que: de esta manera los servicios ecosistémicos de provisión, soporte y regulación, relacionados con aprovisionamiento de agua, control hidrológico de fenómenos como inundaciones y erosión, calidad de aire y conservación de la biodiversidad; además del valor estético del paisaje que contiene aspectos de tipo social, cultural y espiritual, se ven seriamente afectados causando trastornos en las comunidades que se benefician directa o indirectamente del ecosistema. Teniendo en cuenta la problemática, esta investigación propone evaluar alternativas de aprovechamiento de esta especie que permitan hacer uso eficiente de la planta en la ciudad de Bogotá, con el fin de disminuir el impacto causado al ambiente. Al tener una gran cantidad de material vegetal potencialmente utilizable se requiere evaluar la viabilidad de sus potenciales usos partir de los compuestos químicos presentes en esta especie. En Nueva Zelanda se han usado diferentes controladores biológicos, uno de ellos fue *Exapion ulicis* utilizado en 1931, este destruyó el 35% de la cosecha anual de semillas, en 1992 *Cydia succedana* acabó con cerca del 90% de la cosecha anual de semillas, entre 1989 y 1990 se introdujo *Tetranychus lintearius* y causó graves daños a las plantas, además de reducir la floración, pero las poblaciones no fueron lo suficientemente grandes como para matar a las plantas maduras de retamo, en 1990 se usó *Sericothrips*

staphylinus, este se ha propagado lentamente, pero significativamente dañando el follaje del retamo, también se han liberado las polillas *Agonopterix ulicetella* y *Pempelia genistella*, cuyo establecimiento aún es incierto (department of agriculture, water and the environment, 2015). El establecimiento de la mayoría de estas especies no ha sido exitoso y el control del retamo espinoso a largo plazo no ha sido significativo, además se desconocen los impactos que estas introducciones puedan generar en otras especies (Hill, R. L. et al. 2000).

Teniendo evidencia de alternativas usadas como su eliminación manual para luego ser usada en compostaje; esta alternativa no ha dado mayor visión de uso en ese sentido esta investigación busca identificar las características fitoquímicas de las hojas y semillas de *U. europaeus*, y a su vez evaluar la presencia y cantidad de lípidos en las semillas, con el fin de identificar potenciales usos de esta especie aprovechando sus características, con el fin de contribuir al control de esta planta invasora; teniendo en cuenta la falta de bibliografía o conocimientos acerca de las características fitoquímicas de hojas y semillas y sus posibles alternativas de uso.

Justificación

El *Ulex Europaeus* es una planta arbustiva introducida al país para el manejo paisajístico, cercado de caminos, entre otros. Después de su llegada los pisos térmicos y cualidades del suelo favorecieron su rápida dispersión y la convirtieron en una planta invasiva de rápida dispersión.

El fuerte impacto que tiene la presencia de *U. europaeus* sobre los ecosistemas de los cerros orientales de Bogotá, sumado a su difícil manejo y sus características pirogénicas, intensifica la necesidad de la búsqueda de alternativas de uso y manejo de esta especie con el fin de controlar su dispersión, lograr la preservación de la fauna y flora de los ecosistemas nativos y mitigar el impacto que ha venido generando en nuestro país.

Objetivos

Objetivo General

Proponer alternativas de aprovechamiento del retamo espinoso a partir de potenciales usos de sus hojas y semillas.

Objetivos específicos

Realizar la caracterización fitoquímica de las hojas y semillas del retamo espinoso de los cerros de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá.

Evaluar la obtención de aceite a partir de las semillas del retamo espinoso que crece en los cerros de la localidad San Cristóbal de la ciudad de Bogotá y sus posibles usos.

Evaluar posibles alternativas de manejo de las hojas y semillas del retamo espinoso a partir de su caracterización.

Marco teórico

Plantas invasoras

Es importante definir con precisión el concepto de invasor para evitar que las medidas que pudieran adoptarse sean inviables o conlleven efectos cruzados no deseados. En la actualidad, la mayor parte de los investigadores coinciden en denominar introducida a aquella planta transportada más allá de barreras geográficas, naturalizada a aquella que se establece y reproduce en el nuevo enclave superando condicionantes bióticos y abióticos e invasora cuando además tiene descendencia fértil capaz de colonizar lugares distantes de la localidad en la que fue introducida y establecer en ellos poblaciones viables. (Teyssèdre, L., et al. 2009).

A menudo se acusa a las plantas invasoras biológicas de perjudicar a los ecosistemas. En realidad, suele ser la alteración de estos últimos, asociada a la actividad humana, lo que conlleva la expansión de ciertas especies, ya sean exóticas o autóctonas. Tal como se indica en el artículo de Teyssèdre, A., & Barbault, R. (2009) *“Las invasiones son en realidad movimientos en el seno de una biosfera constituida por millones de especies y, sobre todo, estructurada en ecosistemas organizados y dinámicos; ecosistemas que deben adaptarse a la presión constante de nuestras sociedades en expansión”*.

Antecedentes

Ulex europaeus conocida con el nombre vernáculo de retamo espinoso es considerada una especie invasora, que se propaga rápidamente ocupando grandes extensiones de tierra, cuenta con varios mecanismos de dispersión de su semillas entre los que se cuentan: barocora (gravedad), hidrocora (agua) y zoocora (animales), lo que posibilita su arribo y colonización de áreas abiertas ocasionando nuevos focos de invasión que provocan: desplazamiento de las especies nativas, cambio en el paisaje y alteran la presencia y actividad de la microfauna, mesofauna y macrofauna del suelo; adicionalmente se caracteriza por ser una planta pirógena, es decir que promueve fácilmente la formación de incendios en los ecosistemas que ocupa. Cabe indicar que a nivel mundial esta especie es considerada como una de las 100 especies invasoras más agresivas del planeta (Gutiérrez F., 2006) y en Colombia se encuentra entre las 10 especies invasoras más peligrosas (Aguilar M., 2010).

En Colombia, las quemadas y los incendios forestales juegan un papel decisivo en la transformación del paisaje. Se estima que algunos ecosistemas, como los páramos, las sabanas, los bosques xerofíticos y andinos, en diferentes grados de fragmentación son especialmente vulnerables al fuego. Especies exóticas como *U. europaeus*, traído a Bogotá con el objetivo de recuperar suelos, estabilizar terrenos y construir cercas vivas, constituye un alto riesgo de incendios por sus propiedades pirogénicas, alta tasa de crecimiento y dispersión, además de causar graves problemas de biodiversidad. Estudios llevados a cabo por el Jardín Botánico de Bogotá y el Instituto Alexander von Humboldt, conducentes a la erradicación de esta plaga han sido infructuosos, llevando a la necesidad de convivir con la especie a pesar del riesgo subyacente (Rodríguez I., 2012)

Retamo espinoso.

Descripción y Cuenta de Variación.

Descripción física.

“Ulex europaeus es un arbusto de hoja perenne, con altura de 60 cm o más alto, que presenta espinas conspicuas (Ilustración 1).

Los tallos son gruesos y fuertemente angulados con espinas de 1-3 cm de longitud ubicadas en el extremo, a lo largo de tallo y en la base de las hojas. Las espinas son rígidas y profundamente surcadas. Las espinas primarias más grandes tienden a ramificarse en espinas secundarias y terciarias. Las hojas son aciculares y generalmente más cortas que las espinas. Esta especie se caracteriza por ser de hoja perenne, y en ocasiones reducirlas a espinas como en las plantas maduras. Las flores son solitarias o racemosas, dispuestas en racimos las ramas exteriores, y son de 1,5 a 2,5 cm de largo. Las llamativas flores amarillas como guisantes tienen pedicelos pubescentes. La corola tiene 15-18 mm de largo con una bandera ovada y alas y quillas oblongas y obtusas. Los pétalos están parcialmente encerrados por dos bracteolas anchas de 2 a 4 mm de ancho (ilustración. 3 B). El cáliz es 2/3 de la longitud de la corola, con pelos de extensión. Las flores tienen un característico olor a aceite de coco. Las frutas son negras, a manera de vainas oblongas de 1 a 2 cm con pelos oscuros cuando maduran, subtendidas por un cáliz persistente. Las vainas llevan entre 1 y 7 semillas lisas y brillantes de 2 mm de largo, color marrón que pesan aproximadamente 6 mg cada una. Los elaiosomas blanquecinos se unen a las semillas antes de la dispersión (ilustración 4 C). Descripción basada en Millener L. H. 1961,

Gleason H. A. 1991, Taylor M. C. 1974, Hoshovsky 1986, Clapham et al. 1987, Pojar y MacKinnon 1994, Gutiérrez D. et al. 1996, King et al. 1996, y Walsh y Entwistle 1996". Clements D. R. (2001).

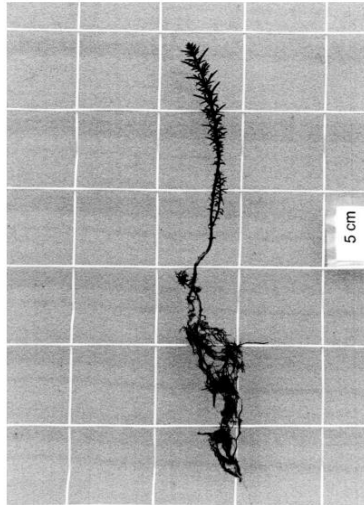


Ilustración 1. *Ulex europaeus* L. A, rama en flor ($\times 1/2$) (Clements D. R. ,Peterson D. J, & Prasad R.(2001))



Ilustración 2. *Ulex europaeus* L. B, flor individual ($\times 2$) (Clements D. R. , Peterson D. J, & Prasad R.(2001))

Ilustración 3. *Ulex europaeus* L. C, una semilla madura ($\times 20$) (Clements D. R. , Peterson D. J, & Prasad R.(2001))



D

Ilustración 4. *Ulex europaeus* L. D, plántula (Clements D. R., Peterson D. J, & Prasad R. 2001).

Ulex europaeus tiene un número de cromosomas de base de 16, y es generalmente hexaploide ($6n = 96$), pero también ocurren diploides y tetraploides (Fernández Prieto .et al., 1993). *Ulex europaeus ssp. Latebracteatus* (Marix) Rothm., es un tetraploide encontrado en Europa (Misset y Gourret 1996).

Rasgos distintivos

El retamo espinoso se puede distinguir de plantas similares en la familia de los guisantes, tales como la escoba escocesa, *Cytisus scoparius* (L.) Link, por la posesión de espinas y hojas perennes. Las flores de *U. europaeus* son más grandes y más oscuras que las de *C. scoparius* (Peterson y Prasad 1998). Las especies *U. europeas menor* (gorsecillo) y *U. gallii* pueden distinguirse de *U. europaeus* sobre la base de flores y vainas más pequeñas (Misset y Gourret 1996).

Variación intraespecífica

Las plantas de retamo espinoso que crecen en suelos ricos y húmedos pueden retener las hojas trifoliadas poseídas por las plántulas (Hoshovsky 1986). Se presentan ecotipos postrados y erectos. Los tipos postrados se encuentran en áreas más expuestas y ventosas. Ambas formas se producen en Canadá. Tal como lo indicaron Misset y Gourret (1996) encontraron que ambos tipos son hexaploides.

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*) es una leguminosa arbustiva nativa de Europa occidental, actualmente incluida en la Tribu Genisteeae, subfamilia Papilionoideae de la familia Fabaceae (Bisby, F. A., 1981). Las flores son amarillas, los frutos son legumbres de color marrón, indumentados, de hasta 2 cm de largo, cada fruto puede tener hasta 5 semillas de 2 mm de largo, de color verde claro a café oscuro según el estado de madurez, su dehiscencia es explosiva y ocurre cuando éste es sometido a temperaturas altas y disminución de humedad, expulsando las semillas hasta 5 m lejos de la planta madre. La raíz primaria es muy profunda y gruesa desde los primeros meses que siguen a la germinación y presenta nódulos de *Rhizobium* fijadores de nitrógeno, que pueden llegar a tener varios milímetros de longitud. El retamo espinoso puede reproducirse sexual o vegetativamente, siendo la reproducción sexual la que más contribuye al mantenimiento de las poblaciones bajo regímenes naturales de disturbio, sin embargo, bajo un régimen de poda o quema, la reproducción vegetativa es la forma primordial de expansión.

La especie debe su nombre común a que las hojas de los individuos maduros están modificadas en espinas de hasta 4 cm de longitud, lo cual le da a la planta un aspecto espinoso, los arbustos crecen hasta 4 m, formando parches densos, que desplazan a las demás especies a su alrededor,

desde la germinación y hasta un par de meses después de ésta, las plántulas tienen hojas trifolioladas (Aguilar M., 2010). Cuando invade pastizales reduce la calidad del pasto, en sotobosque interfiere con las operaciones de cultivo, en zonas de cultivo hace que incremente el número de podas y raleos, y puede interferir con el crecimiento de las plántulas de coníferas (Aguilar M., 2010).

Cada planta puede producir hasta 20.000 semillas al año que se acumulan en el suelo y las cuales pueden tener una viabilidad de hasta 70 años, dos características que hacen que la especie acumule bancos de semillas persistentes en donde se establece (Hill. R, 2010). Debido a su gran capacidad reproductiva, prolongada latencia de la semilla, largo período vegetativo, rápido crecimiento, ausencia de enemigos naturales y sus propiedades combustibles, la presencia de *U. europaeus* se ha constituido en una de las plagas más severas de la agricultura y forestería de Chile (Matthei, 1995) y en los cerros orientales y en el norte de Bogotá.

Es extremadamente competitiva, desplaza las plantas cultivadas y nativas, son eficientes en extraer y retener nutrientes del suelo y altera las condiciones del suelo mediante la acidificación, haciéndolo desnudo entre las plantas de Retamo, lo que aumenta la erosión en pendientes pronunciadas donde reemplaza a gramíneas o herbáceas (Hill, R., 2010).

El retamo espinoso es una especie heliofilica, es decir que necesita de luz para un correcto desarrollo, esto causa que las ramas inferiores, sombreadas por las superiores, mueran y permanezcan secas bajo los matorrales, causando una acumulación de necromasa, los cuales, adicionalmente a su contenido de aceites y semillas altamente inflamables, no sólo aumenta el riesgo de incendio, sino que también produce un fuego más caliente que la mayoría de las

malezas (Castillo, C., 2008). La semilla no depende de la disponibilidad de luz para germinar, pero un aumento de la temperatura -como al eliminar la vegetación y permitir la radiación solar o realizar una quema-, desencadena la germinación masiva de los primeros 5 a 10 cm del banco de semillas (Hill. R., 2010).

Suelo

Según Hillel 1998 “Es considerado como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-físico-químico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él” este tiene un papel esencial en el balance ecosistémico y define la composición de las comunidades vegetales. (Lorenzo, 2015)

Las plantas invasoras alteran la composición del suelo, así como los ciclos de determinados nutrientes habidos en él. Además, afecta las comunidades de microorganismos que dan señales de fertilidad del suelo. Estos cambios facilitan el proceso invasivo ya que los ciclos de los nutrientes comienzan a favorecer el crecimiento de la planta, generan efectos negativos entre la planta nativa y los organismos patógenos generalistas y empobrece las relaciones mutualistas entre plantas nativas. (Lorenzo, 2015)

El retamo espinoso es una planta “propia de suelos ácidos o calizos descarbonatados”. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013). Las zonas de los cerros orientales son los mayores focos que están afectados por la invasión de *Ulex europaeus*, el suelo

de estas zonas, dependiendo de características como altura, componentes del suelo definen la fertilidad y cualidades de la zona. Diferentes autores como Aguilar M., (2010); IGAC (2000) indican que:

“Se han desarrollado a partir de rocas clásticas arenosas, limo arcillosas y mantos de espesor variable de ceniza volcánica, son suelos bien drenados, de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, profundos a superficiales, y limitados por horizonte argílico, son suelos de evolución baja a moderada, químicamente son suelos bajos en fósforo, calcio y magnesio, de reacción fuertemente ácida, con mediana a alta saturación de aluminio, mediana a baja capacidad de intercambio catiónico y fertilidad baja”

Antecedentes de alternativas y posibles usos para el manejo de *ulex europaeus*.

De acuerdo a lo establecido como objetivo específico, evaluar posibles alternativas de manejo de las hojas y semillas del retamo espinoso a partir de su caracterización, se realiza un recorrido por los proyectos de investigación que se han basado en encontrar un posible uso a los mismos.

De acuerdo al estudio de Mora Cuchimba, S. G. en 2017 “POTENCIAL DEL RETAMO ESPINOSO (*ULEX EUROPAEUS* L.) COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE AGROMANTOS, SEGÚN SU RESISTENCIA A LA TRACCIÓN”. *“se concluye que estas ramas no son igual de resistentes a las fibras de fique por lo que se puede decir que no alcanzan la resistencia mínima que puede llegar a resistir el fique, por tanto, el retamo espinoso no tiene el mismo potencial que tienen las fibras fique. Por otra parte, se puede decir que las ramas de*

retamo espinoso pueden llegar a ser mucho más resistentes a la tensión que otras raíces de otras especies de plantas, por lo tanto, esto nos dice que sirven para mejorar la resistencia de los suelos.... A partir de los datos obtenidos de tensión y observando el comportamiento de las ramas que estuvieron en condiciones de humedad éstas se ven afectadas por la presencia del agua, generando una disminución importante en la resistencia en más de un 50% de la capacidad en condiciones secas, por tanto, este es un punto importante ya que este comportamiento nos puede decir que esta planta se biodegrada fácilmente, y no se estaría generando algún impacto negativo y de contaminación al medio ambiente”. Actualmente no se realizan agromantos con el retamo espinoso.

Hernández Rodríguez, C. B. et al (2016) en su EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE BIOADSORCIÓN DE Pb (II) Y Cd (II) PRESENTES EN SOLUCIONES SINTÉTICAS INDEPENDIENTES EMPLEANDO RETAMO ESPINOSO (*Ulex europaeus*) COMO ADSORBENTE. En el cual se crea una biomasa con el fin de la bioadsorción de plomo y cadmio. Este concluye que *“la biomasa seca del retamo espinoso constituye un material adecuado para el desarrollo del proceso de bioadsorción en discontinuo de iones metálicos presentes de forma independiente en soluciones acuosas, con valores de 16.75 mg/g para la máxima capacidad de bioadsorción de plomo (II) y 11.44 mg/g para el cadmio (II), observándose que la cantidad de plomo retenida es mayor en comparación con el cadmio para una misma concentración inicial de 75 mg/L, un tiempo de contacto de 120 minutos y pH's óptimos de 4 y 6 respectivamente; así mismo, se obtienen altos porcentajes de adsorción 84.55% y 82.20 % respectivamente, son comparados favorablemente con otros bioadsorbentes”*

Metodología

Descripción del área de estudio

La localidad de San Cristóbal se encuentra localizada al suroriente de la ciudad de Bogotá, la mayor parte corresponde al área rural ubicada sobre los cerros orientales, el área urbana está ubicada sobre el piedemonte del cerro. “San Cristóbal registra un total de 3.468 hectáreas de suelo protegido, que equivale al 70,6% sobre el total del suelo de esta localidad que asciende a 4.910 hectáreas; de este total, la mayor superficie se ubica en suelo rural, que corresponde al bosque de los Cerros Orientales, componente ecológico con una extensión de 3.262 hectáreas. La zona rural de San Cristóbal, junto con los suelos rurales de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe y parte del suelo rural de Usme, conforman la unidad de planeamiento rural –UPR- Cerros Orientales.”. (Alcaldía Local San Cristóbal, 2012).

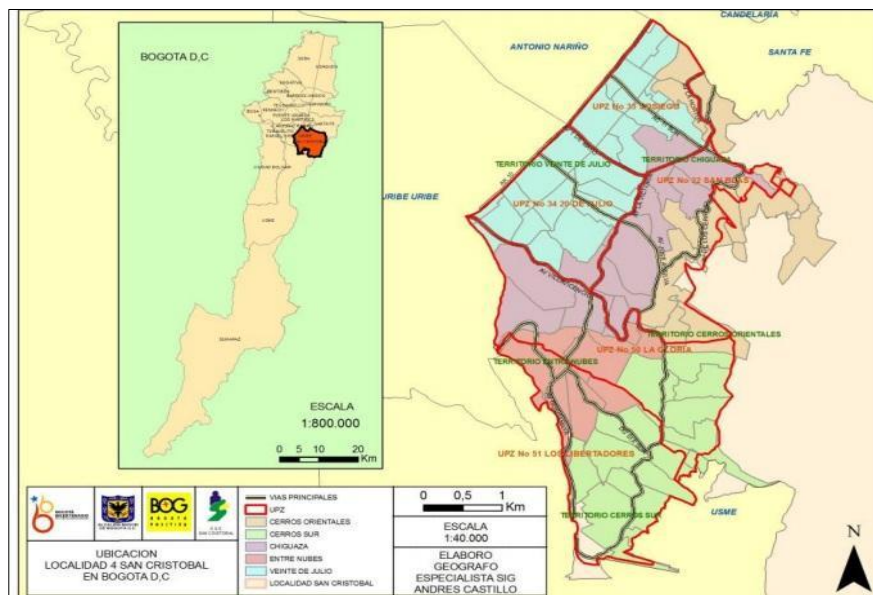


Ilustración 5. Ubicación localidad san cristobal. Tomado de: (E.S.E. San Cristóbal.PIC.

Gestión Local. Proceso Cartografía, 2011).

Recolección de muestras Semillas Retamo espinoso

Para la recolección se procedió a tomar las muestras en los cerros orientales en la localidad de San Cristóbal, en este lugar de muestreo se tiene zona cercana al cuerpo de agua y zona con invasión de retamo.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de recolección de la muestra en la localidad de San Cristóbal.

características	Coordenadas	altura	Precisión
Cerca al cuerpo de agua	04°31'29,0"N/ 074°05'05,7"	3075 m	4 m
Con invasión	04°31'26,0"N/ 074°05'05,3"	3096 m	3 m

En la zona con retamo se toma un punto de muestreo, se tomaron 3 muestras de hojas y 3 de semilla, para un total de 6 muestras de diferentes individuos. Se procedió a realizar la recolección manual y empaque en bolsas ziploc para su transporte hasta el lugar de procesamiento; cada muestra de por lo menos 2 kilos de semilla y hojas. Las muestras se etiquetaron de acuerdo al lugar de procedencia. La recolección del material se realizó en dos visitas.

Un vez recolectado el material se llevó el laboratorio para realizar análisis Fitoquímicos donde se entregó separado de cada uno de los componentes (semillas) de forma manual y fue pesado nuevamente antes de su procesamiento (se requirió un mínimo de 2 kg por fracción para su análisis).

Análisis.

Método de extracción de aceites por soxhlet.

El método de extracción de aceites por soxhlet nació gracias a los avances tecnológicos que se dieron luego de la 2da Guerra Mundial con el desarrollo de sistemas de extracción continua los cuales proveen un buen funcionamiento para materiales oleaginosos de bajos contenidos en aceite. Los procesos basados en extracción por solvente consisten, usualmente, en extracciones sucesivas del material oleaginoso previamente quebrado, laminado, molido o prensado, mediante lavados en contracorriente con hexano. Luego, la harina desengrasada es llevada a un tostador-desolventizador para recuperar el solvente. El hexano es removido del aceite en evaporadores de película y finalmente destilado a vacío. (Grasso, F. V., 2013) El procedimiento de extracción se llevó a cabo empleando un equipo tipo Soxhlet con hexano como solvente orgánico de extracción.

Marcha fitoquímicas (Análisis cualitativo).

Preparación de las muestras

Para el análisis de alcaloides, 5 g de muestra fueron extraídos con 10 mL de metanol mediante sonicación. Al extracto obtenido se le evaporó el solvente y el residuo se re-disolvió en una solución de ácido sulfúrico al 2%. Posteriormente, se desengrasó con acetato de etilo. La fase acuosa se basificó con hidróxido de amonio al 25% hasta pH de 10 y se realizó extracción líquido-líquido con cloroformo para la extracción de los alcaloides. Se evaporó el solvente y el residuo se re-disolvió en metanol para realizar la siembra de la placa cromatográfica.

Para el análisis de terpenos y esteroides, 500 mg de muestra fueron extraídos con 1,5 mL de cloroformo por sonicación durante 30 minutos. El extracto fue centrifugado a 13000 rpm por 20 minutos, y el sobrenadante obtenido se dispuso para el análisis.

Para el análisis de flavonoides, cumarinas y ácidos clorogénicos se tomaron 500 mg de muestra y se les realizó extracción con 1,5 mL de una solución etanol-agua (70:30), mediante sonicación durante 30 minutos. El extracto fue centrifugado a 13000 rpm durante 20 minutos, y el sobrenadante fue dispuesto para los posteriores análisis.

Sistemas de elución y reveladores

Tabla 2. Sistemas de elución y reveladores para análisis por HPTLC

Metabolito	Sistema de elución	Revelador
Alcaloides	E1: Tolueno-acetato de etilo-dietilamina (65:25:10)	R1: Dragendorff + nitrato de sodio 10%
Terpenos y esteroides	E2: Tolueno-acetato de etilo-ácido acético(70:20:10)	R2: Liebermann-Burchard
Flavonoides Ácidos clorogénicos Cumarinas	E3: Acetato de etilo-ácido fórmico-ácido acético-agua (100:11:11:26)	R3: NP/PEG UV 365 nm R3: NP/PEG UV 365 nm Luz UV 365 nm y 254 nm.

Determinación del contenido de polifenoles totales

Los polifenoles son determinados colorimétricamente usando el reactivo Folin-Ciocalteu. El reactivo contiene ácido fosfo-tungstico como oxidante, que en un medio alcalino es fácilmente

reducido por grupos fenólicos produciendo una coloración azul con una absorbancia máxima a 765 nm, cuantificada espectrofotométricamente con base en una curva de calibración empleando ácido gálico como estándar de referencia.

Estándar de Referencia

3,4,5-Trihydroxybenzoic acid - (Ácido Gálico)

Lote: BCBK2434V

Fluka Analytica (SIGMA-ALDRICH)

Preparación de las muestras

Se pesaron aproximadamente 100 mg por triplicado de cada una de las muestras, luego se realizó una extracción de 30 minutos por sonicación con solución etanol-agua, el extracto obtenido se llevó a balón volumétrico de 2 mL y se aforó con agua tipo II.

Finalmente, a los extractos obtenidos se les realizó la siguiente dilución:

Muestra 1 y 2: dilución 1 en 10 con agua tipo II.

Muestra 3: dilución 1 en 30 con agua tipo II.

*La determinación del contenido de polifenoles totales se realizó conforme a lo estipulado en el (POE-GISB-A001, Versión 01).

Resultados ampliados

Modelo de cálculo

Los resultados son expresados en miligramos equivalentes de ácido gálico por 1 g de muestra:
mg EAG/ g muestra.

$$\frac{\text{mg EAG}}{\text{g muestra}} = \frac{\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} (\text{de la curva}) \times \text{FD} \times \text{V}(\text{mL}) \times 1 \text{ mg}}{\text{g muestra} \times 1000 (\mu\text{g})}$$

FD= Factor de dilución

V= Volumen de normalización

Curva de calibración.

El análisis cuantitativo se realizó por el método de estándar externo y para ello se estableció una curva de calibración con diferentes concentraciones de ácido gálico, expresando los resultados en términos de mg equivalentes de ácido gálico por g de muestra (mg EAG/ g muestra). Los datos de la curva de calibración se muestran a continuación y se representan la absorbancia a 765 nm vs concentraciones (g/mL) de ácido gálico:

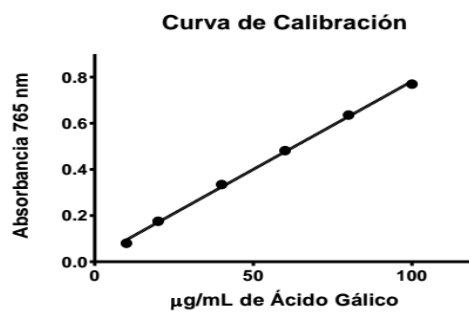


Ilustración 6. Curva de calibración para la determinación de contenido de polifenoles totales (TPC)

Tabla 3. Datos de calibración.

DATOS DE LA CURVA	
Rango dinámico	10 – 100 µg/mL
Pendiente	0,007635 ± 0,00008420
Y-intercepto	0,01858 ± 0,005110
X-intercepto	-2,434
Intervalos de Confianza 95%	
Pendiente	0,007456 a 0,007813
Y-intercepto	0,009531 a 0,02405
X-intercepto	-4,270 a -0,6565
Bondad de ajuste	
r²	0,9981
Sy.x	0,01137

Determinación de ácidos grasos y compuestos fenólicos mediante gc/ms

Previo al análisis por GC-MS de las muestras de aceite, se aplicaron técnicas de derivatización utilizando agentes metilantes y sililantes para el tratamiento de los ácidos grasos y compuestos fenólicos, respectivamente. Posteriormente las sustancias de interés fueron separados por cromatografía de gases y analizados por espectrometría de masas. Para la identificación de los compuestos, se realizó la comparación de los patrones de fragmentación de las sustancias detectadas con la base de datos espectral NIST.

Preparación de la muestra

Para el análisis de ácidos grasos, se tomaron aproximadamente 50 mg de muestra, se diluyeron en cloroformo y a una alícuota de 50 µL se le evaporó el solvente, posteriormente, la muestra fue derivatizada con una solución de ácido sulfúrico y metanol, seguida de una microextracción líquido-líquido con hexano. La fase orgánica resultante fue dispuesta para el análisis.

Para la determinación de compuestos fenólicos, 50 mg del aceite fueron diluidos en cloroformo, posteriormente una alícuota de 50 µL fue llevada a sequedad y se agregó reactivo derivatizante BSTFA dando un tiempo de reacción de 12 h, después del cual se dispuso la muestra para su análisis cromatográfico.

Resultado y análisis

Análisis cualitativo - marcha fitoquímica de metabolitos secundarios por HPTLC.

Los metabolitos secundarios encontrados en diferentes órganos de la planta de *U. europaeus* se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis cualitativo (marcha fitoquímica) de metabolitos secundarios por HPTLC

Muestra	Órgano			
	Hojas	Tallos	Semilla	Aceite
Alcaloides	+++	+++	+++	±

Flavonoides	+++	+++	+++	-
Ácidos Clorogénicos	-	-	-	-
Cumarinas	-	-	-	-
Terpenos y/o esteroides	+++	+++	+++	+++

(-) Ausencia de metabolitos al nivel de detección de la prueba; (±) Respuesta no concluyente; (+) Respuesta positiva leve; (++) Respuesta positiva moderada; (+++) Respuesta positiva alta.

Alcaloides

En la Ilustración 7 se evidencia la detección de alcaloides en *U. europaeus*. Estos resultados indican que los alcaloides se encuentran prácticamente en toda la planta, todos sus órganos poseen metabolitos secundarios relacionados con diferentes alcaloides como: opiáceos, arecolina, atropina, cefalina, cocaína, conina, emetina, escopolamina, nicotina, peletiarina, pilocarpina, piperina, quinina y tubocurarina. La presencia de estos alcaloides en *U. europaeus*, podría sugerir que esta especie tendría potencial interés en la industria farmacéutica, sin embargo, Duhart en 2012 reporta que los alcaloides encontrados en *U. europaeus* tienen efectos hepatotóxicos, neurotóxicos y teratogénicos, por lo que no resulta adecuado su uso en medicamentos.

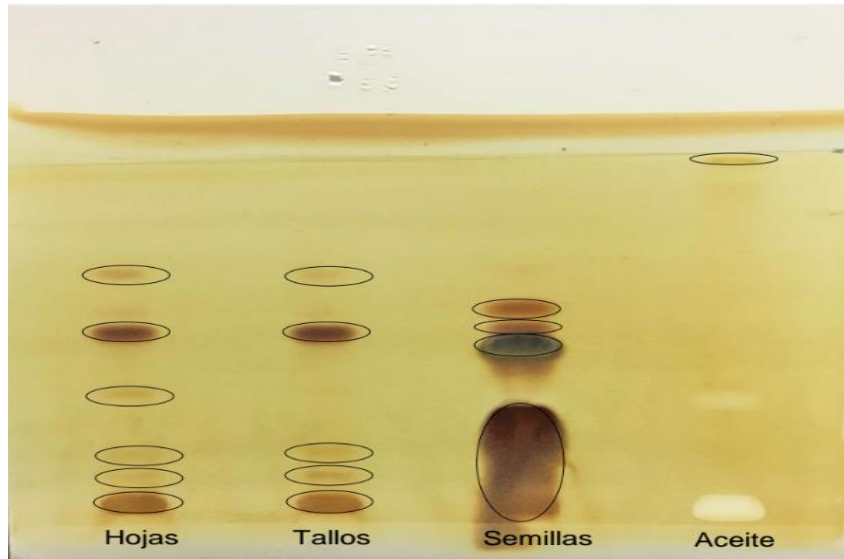


Ilustración 7. Placa cromatográfica para detección de alcaloides revelada con reactivo Dragendorff y nitrito de sodio.

Terpenos y esteroides

En la tabla 4 se muestra el alto contenido de terpenos y esteroides en todas las estructuras de *U. europaeus*. La literatura reporta que los terpenos y esteroides son precursores de los alcaloides, lo que presenta una alta coherencia en los resultados obtenidos y explica la alta producción de alcaloides en esta especie.

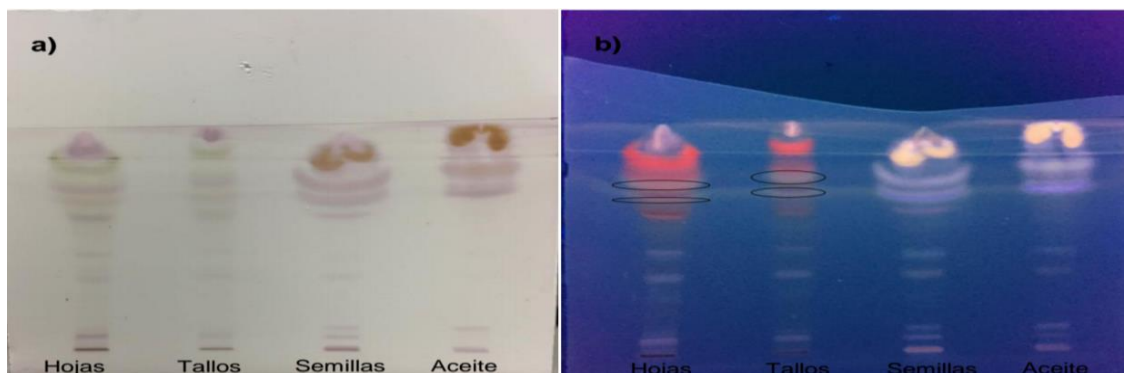
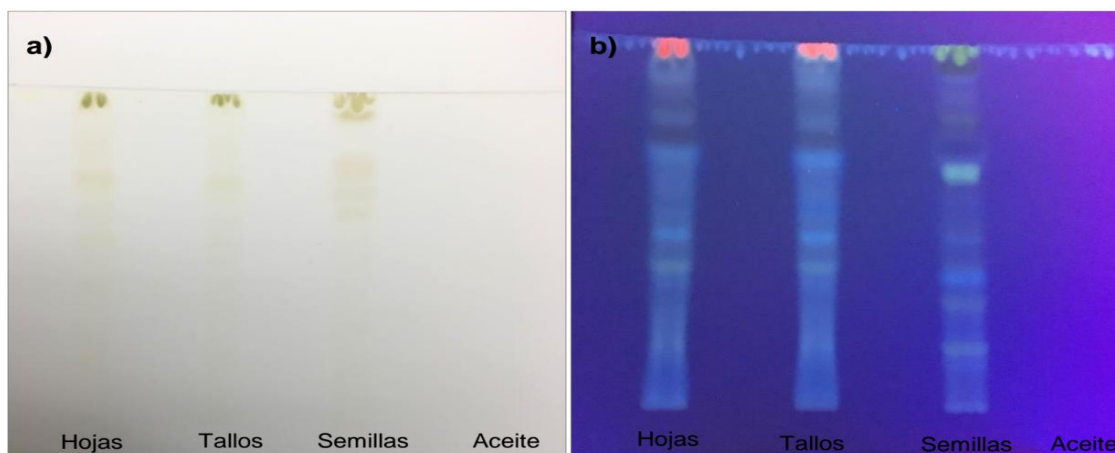


Ilustración 8. Placa cromatográfica para detección de terpenos y esteroides Hojas revelada con reactivo Liebermann-Burchard (LB) (a) luz visible (b) luz ultravioleta (365 nm).

Flavonoides

La tabla 4 muestra un alto contenido de flavonoides en todas las estructuras estudiadas de *U. europaeus*. Las placas cromatográficas para la detección de flavonoides a diferentes longitudes de ondas en *U. europaeus*, se muestra en la Ilustración 9.



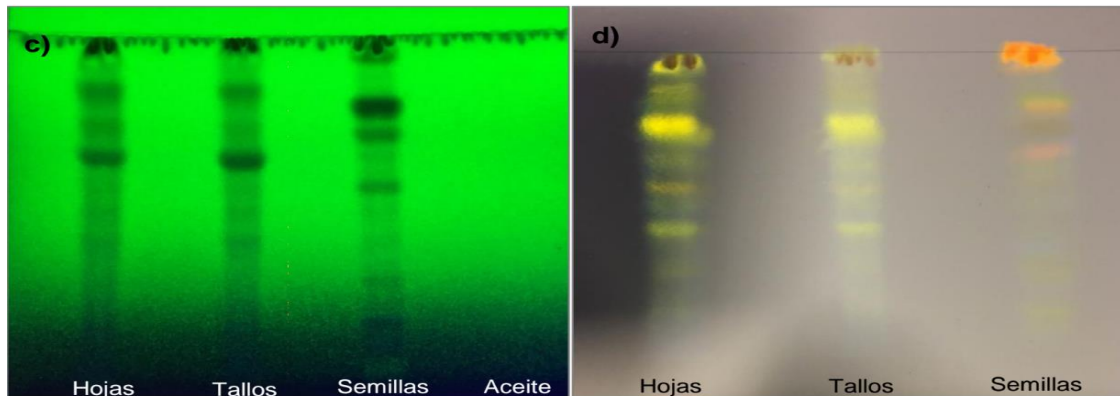


Ilustración 9. Placa cromatográfica para detección de flavonoides (a) luz visible, (b) luz UV a 365 nm, (c) luz UV 254 nm (d) Revelada con reactivo NP/PEG con luz UV a 365 nm.

Está descrita la presencia de al menos 20 tipos de flavonoides en *U. europaeus* (Máximo et al, 2000). Se ha reportado que algunos flavonoides presentes en *U. europaeus* son responsables parcialmente de la actividad antiviral contra HSV-1 y poliovirus (De Rodríguez et al. 1990), también se reporta actividad antifúngica de varios de estos flavonoides (Máximo et al, 2002). Por la actividad antiviral y antifúngica de los flavonoides presentes en *U. europaeus*, estos compuestos se podrían evaluar como agentes activos para el desarrollo de sustancias para el control de plagas, por supuesto verificando su inocuidad tanto para los cultivos y su consumo, teniendo en cuenta la presencia de sustancias con efectos adversos sobre la salud humana en esta especie. Adicionalmente, se ha reportado que extractos de *U. europaeus* tienen efectos positivos sobre el crecimiento de plantas de ají *Capsicum annum L.*, atribuidos a su alto contenido de flavonoides, particularmente isoflavonas y pterocarpanos que tiene efecto antioxidante, confiriendo protección contra agentes oxidantes como luz UV o algunos elementos ambientales (Tighe-Neira, et al, 2016).

Contenido de poli-fenoles totales

En la tabla 5 se presentan los resultados de contenidos de polifenoles totales en las muestras de tallos, hojas y semillas. Los resultados muestran que en toda la planta hay presencia de polifenoles, estas sustancias se encuentran en cantidad similar tanto en hojas como en tallos, pero hay un aumento considerable de esta sustancia en las semillas, correspondiente aproximadamente 2,5 veces la cantidad hallada en tallos y hojas.

Tabla 5. Contenido de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu

MUESTRA	Réplicas	mg EAG/ g muestra	Desviación Estándar	RSD (%)*
Tallos	3	9,74	0,30	3,05
Hojas	3	9,98	0,26	2,60
Semillas	3	21,24	0,68	3,21

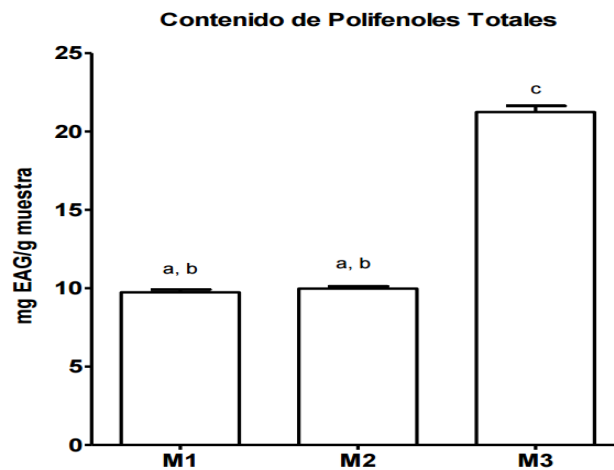


Ilustración 10. De acuerdo a un Análisis de Varianza (ANOVA) a un valor alfa (α) de 0,05:

las columnas con diferentes letras presentan diferencias estadísticamente significativas

(valor $p < 0,05$)

Tabla 6. Estadísticos de prueba

Muestra	M1	M2	M3
Réplicas	3	3	3
Mínimo	9,410	9,710	20,46
Percentil 25%	9,410	9,710	20,46
Mediana	9,860	10,00	21,61
Percentil 75%	9,960	10,23	21,67
Máximo	9,960	10,23	21,67
Media	9,743	9,980	21,25
Desviación estándar	0,2930	0,2606	0,6819
Error Estándar	0,1691	0,1504	0,3937

Los polifenoles son sustancias antioxidantes, al igual que los flavonoides pueden participar como protección de otras plantas contra agentes oxidantes, aportando a procesos de regeneración y crecimiento (Tighe-Neira, et al, 2016).

Obtención de aceites y determinación de ácidos grasos y compuestos fenólicos mediante gc/msy a partir de semillas de *Ulex europaeus*

Obtención de aceites y determinación de ácidos grasos a partir de semillas de U. europaeus.

El rendimiento de aceites obtenidos a partir de las semillas de *Ulex europaeus* fue del 7,33% como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Rendimiento de la extracción del aceite

Muestra de partida	Masa	Masa de aceite	Rendimiento (%)
Semillas	135,47 g	10,33 g	7,33%

De manera general, las características organolépticas y químicas de las fracciones lipídicas obtenidas a partir de las semillas de *U. europaeus* resultaron similares a lo informado por otros autores para la familia (Jobson, H. T., & Thomas, B., 1964). El rendimiento promedio determinado (7,33%) se encuentra del promedio de los rendimientos reportados por otros autores para la familia (1,5 - 18 %) (Kirbride et al., 2003) según el método de extracción empleado. No obstante, los hallazgos en el presente trabajo son preliminares, lo cual requiere de ulteriores estudios.

Teniendo en cuenta esta comparación, damos por confirmado que *U. europaeus* contiene bajas cantidades de aceite, sin definir qué tipo de aceite es. El análisis de dicho aceite por cromatografía de gases (GC) acoplado a espectrometría de masas (MS), mostró la presencia de 10 tipos de Ácidos Grasos (Tabla 8).

Tabla 8. Tipos de aceites

Compuesto	Tiempo de retención	Porcentaje (%)*
Ácido láurico	10,350	0,55
Ácido mirístico	15,432	0,54
Ácido palmítico	20,439	13,24
Ácido linoleico	24,452	60,48
Ácido oleico	24,552	18,18

Ácido eláidico	24,637	2,34
Ácido esteárico	25,084	3,74
Ácido cis-11-eicosanoico	28,837	0,42
Ácido eicosanoico	29,388	0,35
Ácido docosanoico	33,396	0,15

Resultados totales
ácidos saturados 18,57%
ácidos monoinsaturados 20,95%
ácidos poliinsaturados 60,48%

*Contenido relativo del compuesto (área del pico/área total*100%)

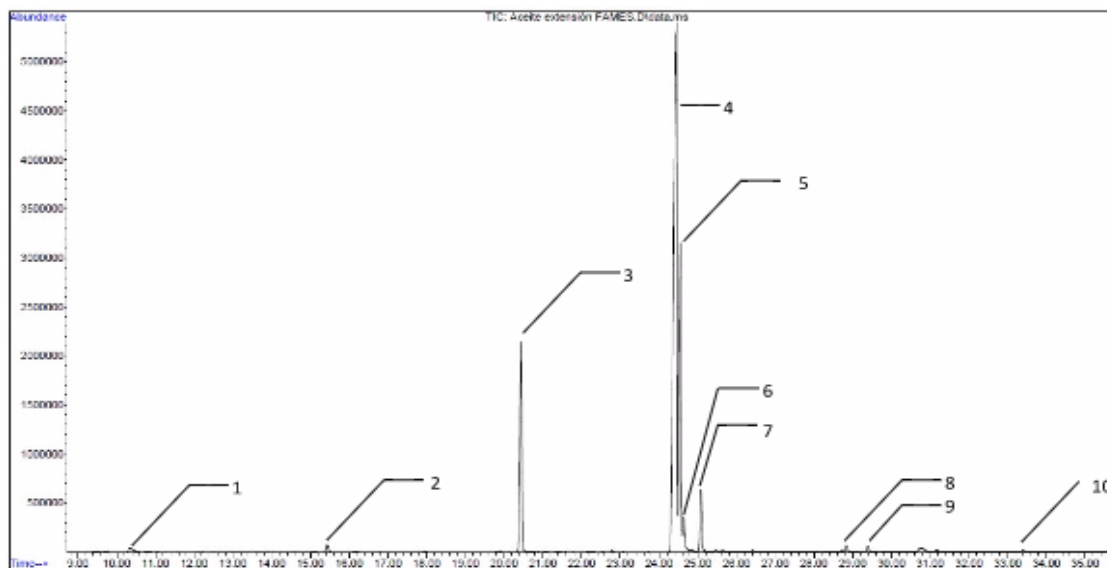


Ilustración 11. Perfil cromatográfico de ácidos grasos del aceite extraído: 1: ácido láurico. 2: ácido mirístico. 3: ácido palmítico. 4: ácido linoleico. 5: ácido oleico. 6: ácido eláidico. 7: ácido esteárico. 8: ácido cis-11eicosanoico. 9: ácido eicosan

Los ácidos grasos que se encontraron en mayor cantidad fueron: ácido linoleico 60,48%, ácido oleico con 18,18 % y ácido palmítico con 5,8 %. De manera general los resultados confirman los conseguidos por Jobson, H. T., & Thomas, B (1964) quienes realizaron las descripciones de

cantidad de lípidos, proteínas y fibra, sin discriminar los diferentes tipos de ácidos grasos que componía la fracción lipídica de la semilla.

El ácido graso más abundante en las semillas fue el linoleico (60,48%). Este ácido es esencial para los humanos, debido a la carencia de las enzimas necesarias para asociar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 (Ronayne de Ferrer, P., 2000; Sanhueza *et al.*, 2002; Galgani, E., 2004; Tapia, A., 2005; Cerón, *et al.*, 2012), su importancia radica fundamentalmente en que es un precursor de ácidos grasos de mayor longitud de cadena, entre ellos, el araquidónico que es un ácido graso esencial poli-insaturado de la serie omega-6, presente en membranas celulares, importante en la producción de prostaglandinas y otras interacciones de ácidos esenciales (Cerón, *et al.* 2012). El ácido graso poli-insaturado linoleico tiene ingrediente nutracéuticos esenciales para el crecimiento y el buen estado de la piel y el cabello (Ziller, S., 1994; Pariza, M. W. 1999). Este y los demás ácidos grasos identificados en las semillas evaluadas, tienen diferentes usos industriales, en el caso del oleico (18,18%) es útil en la formulación cosmética y en mezclas con aceites minerales (Cerón, *et al.* 2012), el palmítico (13, 24 %) con frecuencia se utiliza como acidificante en emulsiones (Martini, M., 2005), y también, los ácidos grasos linoleico y oleico son compuestos utilizables como emolientes en productos cosméticos (Benaiges, A., 2008).

A pesar de contener compuestos oleicos importantes para diferentes industrias, las bajas cantidades de aceites presentes en *U. europaeus* hacen que esta especie no sea viable para su uso, ya que el costo de obtención de estas sustancias sería muy alto y por tanto poco rentable para utilizarlo en estas industrias.

Determinación de compuestos fenólicos en el aceite

Se realizó el análisis de compuestos fenólicos en el aceite mediante cromatografía gaseosa acoplada a masas, obteniendo como resultado la ausencia de este tipo de compuestos de acuerdo a la comparación con la biblioteca espectral NIST. Sin embargo, en este análisis se logró detectar la presencia de tocoferoles (terpenos de tipo fenólico). Las demás señales representativas de este cromatograma corresponden a los ácidos grasos propios del aceite. La Ilustración 12 muestra el cromatograma obtenido según la metodología utilizada y la tabla 9 muestra los tocoferoles encontrados.

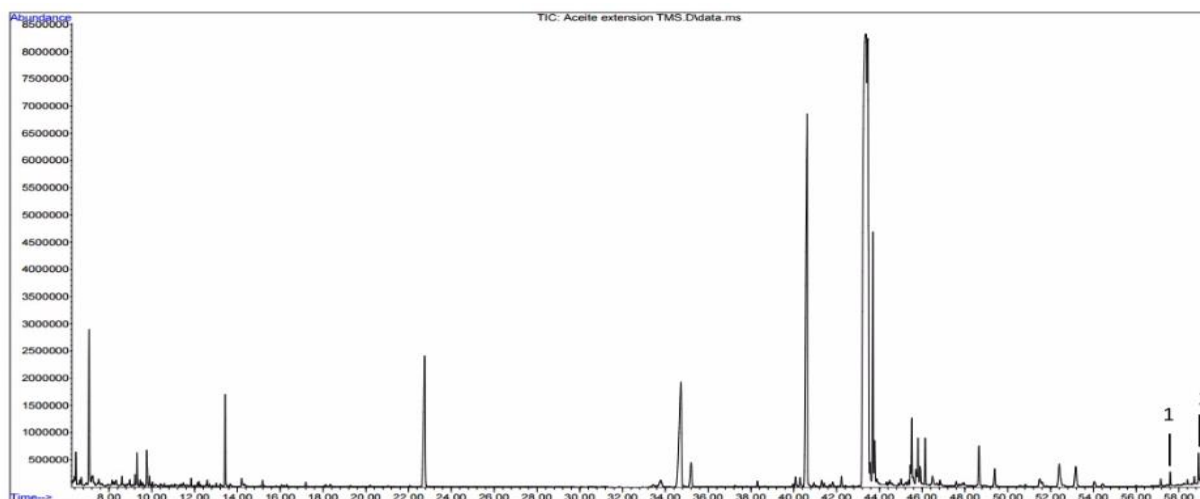


Ilustración 12. Perfil cromatográfico de trimetilsilil éster (TMS). 1: β -tocoferol. 2: α -tocoferol.

Tabla 9. Tocoferoles presentes en aceite de semillas de *Ulex europaeus*.

Compuesto	Tiempo de retención (min)	Porcentaje (%)
-----------	---------------------------	----------------

β -tocoferol	57,59	1,02
α -tocoferol	58,91	0,65

En los resultados conseguidos se puede apreciar la existencia de dos especies de tocoferoles en las muestras de las semillas evaluadas. Los Tocoferoles son el nombre genérico para una familia formada por ocho (8) compuestos conformados por varios fenoles metilados con actividad de vitamina E (Burton, G. & Ingold, K., 1981). La forma más común es el tocoferol alfa y usualmente este compuesto se añade a suplementos vitamínicos y se utiliza también como antioxidante para la conservación de alimentos (Rigotti, A., 2007). Los tocoferoles son los antioxidantes más ampliamente distribuidos en la naturaleza y los más importantes que contienen naturalmente los aceites vegetales, su importancia radica en que ejercen su actividad antioxidante a concentraciones relativamente bajas que van desde 0,2% al 1% de la fracción oleosa (Burton, G. & Ingold, K., 1984; Schuler, P., 1990). El β -tocoferol (beta-tocoferol) es otra de las 4 formas naturales de tocoferol además de la alfa, tiene menor actividad antioxidante que el alfa-tocoferol debido a que carece de un grupo metilo en el estero centro. En el estudio se reporta el 0,65% de la fracción oleosa de la semilla para α -tocoferol contra un 1,02% del β -tocoferol. Lo cual confirma la actividad antioxidante para semillas de retamo espinoso debido a las concentraciones del grupo de tocoferoles en este trabajo.

Conclusiones

U. europaeus contiene sustancias como alcaloides, flavonoides, terpenos, esteroides, polifenoles, y diferentes tipos de ácidos grasos que pueden resultar de interés para las industrias: cosméticas, nutraceuticas y farmacéutica principalmente; sin embargo, las cantidades que presenta de estos compuestos son tan bajas que no resulta rentable utilizar esta especie como materia prima para estas industrias.

Las propiedades de los alcaloides que contiene *U. europaeus* son de alto interés para las industrias farmacéutica y agrícola como control de plagas; por sus propiedades analgésicas, antivirales y antifúngicas, entre otras, sin embargo, su uso ha sido restringido en esta industria porque se han reportado efectos secundarios a nivel de hepatotoxicidad, neurotoxicidad y teratogénesis.

U. europaeus contiene flavonoides y polifenoles que al ser compuestos antioxidantes tiene efecto positivos sobre el aumento en biomasa de otras especies vegetales y protección contra daños, por tanto la opción de manejo más factible para el control de esta especie es retirar toda las plantas y su banco de semillas de las áreas invadidas, para que no sigan teniendo efectos negativos sobre el ecosistema, y transformarlo en extractos o compost, como lo viene realizando el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis para aprovechar sus propiedades antioxidantes en las actividades de producción agrícola.

En la recolección de antecedentes de alternativas y a pesar de que los estudios aportan para la reducción de *Ulex europaeus* y sus posibles alternativas de uso, ninguna de ellas se ha convertido en un emprendimiento activo o ha logrado un escalón más alto en la ejecución a gran escala.

Recomendaciones

Como recomendación de este trabajo, se puede considerar profundizar el estudio de los alcaloides que contiene la planta para definir los niveles de toxicidad que esta contiene.

Profundización en flavonoides y los polifenoles presentes en *U. europaeus*, debido a que su acción antioxidante puede ser de interés y proveer valiosos aportes a la bioprospección.

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 DC, Colombia (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría en Restauración de Ecosistemas. Universidad de Alcalá: 71).
- Alcaldía Local San Cristóbal. (2012). Plan Ambiental Local “San Cristóbal Humana con el Ambiente.” Secretaria distrital de ambiente. Bogota. Retrieved February 24, 2016, from <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2883158/PAL+San+Crist%C3%B3bal+2013-2016.pdf>
- Azula, M. (2011). *Caracterización del compost producido a partir de la biomasa de siete especies exóticas e invasoras seleccionadas en el proyecto de restauración ecológica. Jardín Botánico -Perfil de proyecto de investigación.* Retrieved from <http://repositorio.jbb.gov.co/bitstream/001/1008/13/Anexo3.pdf>
- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp. Retrieved September 2, 2014, from: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2642721/Recursos%20ambientales/Restauraci%C3%B3n%20Ecol%C3%B3gica/Manual%20Restauraci%C3%B3n%20Ecol%C3%B3gica%20en%20Ecosistemas%20Disturbados%20del%20DC.pdf>

- Benaiges, A. (2008). Aceite de rosa mosqueta: composición y aplicaciones dermocosméticas. *Offarm*, 27(6):94 - 97.
- Bisby, F. A. (1981). *Genistae Advances in Legume Systematics* 1: 409-425. Retrieved August 8, 2014, from http://www.kew.org/science-research-data/lowo/Bibliography/Publication/index.htm?kew_lowo_publication_id=115
- Buitrago, L. (2013b). Producto 5. Propuesta para el manejo, transformación y Aprovechamiento integral y biosegura de los residuos Vegetales del retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y retamo liso (*Genista monspessulana*) para la región capital. Bogotá: Jardín Botánico. Retrieved September 2, 2014, from <http://jbb-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/358/5/PRODUCTO5.pdf>
- Burton, G. & Ingold, K. (1981). Antioxidant activity of vitamin E and related chain- breaking phenolic antioxidants in vitro. *J. Am. Chem. Soc.*, 103, 6472-6477.
- Burton, G. & Ingold, K. (1984). B-Carotene: An usual type of lipid antioxidants. *Science*, 224, 569-573.
- Castillo, C. (2008). Modelamiento de la Distribución de los Nichos Adecuados para la Invasión Biológica del Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*) en la Cuenca Alta del Río Bogotá, Vulnerabilidad y Escenarios Futuros. Retrieved August 8, 2014, from http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado_busquedas.php?AA_SL_Session=8cf97&x=51
- Cerón, A., Osorio, O. & Hurtado, A. (2012). Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas. *Acta*

Agronómica, 61 (2), 117-123.

Clapham, A. M., Tutin, T. G. and Moore, D. M. (1987). *Flora of the British Isles*. 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 688 pp.

Clements, D., Peterson, D & Prasad, R. (2000). The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europaeus* L. N R C research press. Retrieved February 27, 2017, from <http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/P99-128>

De Rodriguez, D. J., Chulia, J., Simões, C. M., Amoros, M., Mariotte, A. M., & Girre, L. (1990). Search for “in vitro” antiviral activity of a new isoflavonic glycoside from *Ulex europaeus*. *Planta medica*, 56(01), 59-62.

Departament of agriculture, water and the environment. (2015). *Natural resources: adelaide and Mt lofty range*. Recuperado el 12 de 07 de 2016, Australian government: <https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/worksheets/u-europaeus.pdf>

Duhart Martínez, K. A. (2012). *Estudio de la composición de alcaloides de Ulex europaeus L.(Fabaceae) en Chile y su actividad biológica* (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Departamento de Botánica).

Fernandez Prieto, J.A., Nava Fernandez, S., Vera de la Puente, M.L., Alvarez-Martinez, M.J., Diaz, T.E., Casado, M.A.F., Fernandez-Carvajal, M.C. & Villarias, M.I.G. (1993) Chromosome numbers and geographic distribution of *Ulex gallii* and *U. minor* (Leguminosae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 112, 43–49.

Galgani, E. (2004). Evaluación de la situación de ácidos grasos esenciales y derivados de cadena

larga en la dieta de lactantes menores de un año. Rev. chil. Nutr, 31(1), 154 - 160.

Gleason, H. A. 1963. The New Britton and Brown Illustrated Flora of the Northeastern United States and Adjacent Canada. Vol. 2. Hafner Publishing, New York. pp. 396–397.

Gould, S. J., & Gould, S. J. (2009). Punctuated equilibrium. Harvard University Press. Retrieved January 19, 2017, from:

[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cgKUZXeRoOYC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Gould,+S.+J.+\(2007\).+Punctuated+equilibrium+\(S.+J.+Gould.\).+Cambridge.:+Harvard+University+Press.&ots=Wh-VAPlebJ&sig=IaSmfkunL0jvxLONwe3R1TSbBA0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cgKUZXeRoOYC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Gould,+S.+J.+(2007).+Punctuated+equilibrium+(S.+J.+Gould.).+Cambridge.:+Harvard+University+Press.&ots=Wh-VAPlebJ&sig=IaSmfkunL0jvxLONwe3R1TSbBA0#v=onepage&q&f=false)

Grasso, F. V. (2013). Diseño del proceso: Pretratamiento enzimático para extracción de aceites vegetales en un extractor de columna (Tesis doctoral). Recuperada de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26889>

Gutiérrez, D., Menéndez, R. and Obeso, J. R. (1996). Effect of ovule position on seed maturation and seed weight in *Ulex europaeus* and *Ulex gallii* (Fabaceae). Can. J. Bot. 74: 848–853.

Gutiérrez, F. (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, Bogotá, D.C. - Colombia. 158 p. Retrieved February 24, 2016, from <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31392>

Hernández Rodríguez, C. B. & Triviño Clavijo, L. C., (2016). Evaluación de la capacidad de bioadsorción de Pb (II) y Cd (II) presentes en soluciones sintéticas independientes empleando retamo. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de medio

ambiente y recursos naturales proyecto curricular de ingeniería ambiental Bogotá D.C.

Retrieved from

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3797/1/Hern%C3%A1ndezRodr%C3%A1guezCarolBrigitte2016.pdf>

Hill, R. (2010). issg Database: Ecology of *Ulex europaeus*. Retrieved August 8, 2014, from

<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=69>

Hill, R. L., Gourlay, A. H. & S. V. Fowler. (2000). The Biological Control Program Against Gorse in New Zealand. Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds 4-14 July 1999, Montana State University, Bozeman, Montana, USA
Neal R. Spencer [ed.]. pp. 909-917

Hillel, D. (1998). Environmental soil physics. Academic Press. San Diego. U.S.A. 771 p.

Hoshovsky, M. (1986). Element Stewardship Abstract for *Ulex europaeus*. Unpublished. The Nature Conservancy, California Field Office, 785 Market St., 3rd floor, San Francisco, CA.
25 pp. (<http://tncweeds.ucdavis.edu/esadocs/ulexeuro.html>)

Instituto Geografico Agustin Codazzi, (IGAC). (2000). *Mapa de suelos departamento de Cundinamarca*.

Jobson, H. T., & Thomas, B. (1964). The composition of gorse (*Ulex europaeus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15(9), 652-656.

King, S., Drlik, T., Simon, L. and Quarles, W. (1996). Integrated weed management of gorse. *The IPM Practitioner* 18(10): 1-9.

Kirbride, J., Gunn, C. & Weitzman, A. (2003). Fruits and seeds of genera in the subfamily Faboideae (Fabaceae). Tech. Bull, 1890: 1-1208.

Lattera, P. ; Jobbágy E.G. ; Paruelo, J. M. (2011). Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires: Instituto nacional de tecnología Agropecuaria (INTA). Retrieved August 8, 2014, from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/>

Lorenzo, P., Rodríguez-Echeverría, S. (2015). Cambios provocados en el suelo por la invasión de acacias australianas. *Ecosistemas* 24(1): 59-66. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-1.10 Retrieved from <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/997/876>

Martini, M. (2005). Introducción a la dermofarmacia y a la cosmetología. Zaragoza España: Ed, Acribia S.A. 300 p.

Máximo, P., Lourenço, A., Feio, S. S., & Roseiro, J. C. (2000). Flavonoids from *Ulex* species. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55(7-8), 506-510.

Matthei, O. (1995). *Monocotiledoneas*. (& E. L. In J. A. Simonetti, A. E. Arroyo, M. T. K, Spotomo, Ed.). Santiago - Chile: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.

Millener, L.H. (1961), day-length as related to vegetative development in *Ulex europaeus* L. *New Phytologist*, 60: 339-354. doi:10.1111/j.1469-8137.1961.tb06260.x

Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (2013). Catalogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Retrieved August 12, 2015, from

http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/ulex_europaeus_2013_tcm7-307052.pdf

Misset, M.T. & Gourret, J.P. (1996) Flow cytometric analysis of the different ploidy levels observed in the genus *Ulex* L. Faboideae-Genisteae in Brittany (France). *Acta Botanica*, 109, 72–79.

Mora Cuchimba, S. G. (2017). Potencial del retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.) como materia prima para la elaboración de agromantos, según su resistencia a la tracción. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/320

Ojasti, J. (2001). Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas. Quito, Ecuador: Biblioteca Digital Andina, 220. Retrieved August 8, 2014, from <http://www.comunidadandina.org/BDA/docs/CAN-BIO-0012.pdf>

Pariza, M. W. (1999). The biological activities of conjugated linoleic acid. En: M. P. Yurawecz *et al.* (eds.). *Advances in conjugated linoleic acid research*. Am. Oil. Chem. Soc. Press, Champaign IL. p. 12 - 20. Pariza, M. W. 1999. The biological activities of conjugated linoleic acid. En: M. P. Yurawecz *et al.* (eds.). *Advances in conjugated linoleic acid research*. Am. Oil. Chem. Soc. Press, Champaign IL. p. 12 - 20.

Peterson, D. J., & Prasad, R. (1998). The biology of Canadian weeds. 109. *Cytisus scoparius* (L.) Link. *Canadian journal of plant science*, 78(3), 497-504. Retrieved from

Pojar, J. and MacKinnon, A. 1994. *Plants of Coastal British Columbia*. Lone Pine Publishing, Vancouver, BC. 528 pp.

Rigotti, A. (2007). Absorption, transport, and tissue delivery of vitamin E. *Mol. Aspects Med*,

28(5-6), 423-436.

Ríos AHF. 2005. Guía Técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 157p.

Rodriguez, I. (2012). Retulex: Investigación y desarrollo de un nuevo material a partir de un residuo natural: Retamo espinoso. Bogotá, Colombia. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Retrieved August 8, 2014, from <http://www.utadeo.edu.co/es/investigacion/ingenieria-quimica/82/retulex-investigacion-y-desarrollo-de-un-nuevo-material-partir>

Ronayne de Ferrer, P. (2000). Importancia de los ácidos grasos poli-insaturados en la alimentación del lactante. Arch Argent Ped, 98, 231 - 238.

Sanhueza, J., Nieto, S. & Valenzuela, A. (2002). Ácido Linoleico Conjugado: Un ácido graso con isomeria trans potencialmente beneficioso. Rev. chil. Nutr, 29(2), 98-105.

Schuler, P. (1990). Natural Antioxidants exploited commercially. In Food Antioxidants, Ámsterdam: Ed El sevier. 99 p.

Tapia, A. (2005). La suplementación con ácidos grasos omega-3 disminuye la agresividad, hostilidad y el comportamiento antisocial. Rev. chil. Nutr, 32(2), 95 – 101.

Taylor, M. C. (1974). The pea family of British Columbia. BC Prov. Mus., Victoria, BC. Handbook No. 32. 251 pp.

Teyssèdre, A., & Barbault, R. (2009). Invasions d'espèces: cause ou conséquence de la perturbation des écosystèmes?. Pour la Science, 376, 22-25.

Tighe-Neira, R., Díaz-Harris, R., Leonelli-Cantergiani, G., Iglesias-González, C., Martínez-Gutiérrez, M., Morales-Ulloa, D., & Mejías-Lagos, P. (2016). Efecto de extractos de *Ulex europaeus* L. en la producción de biomasa de plántulas de ají (*Capsicum annuum* L.), en condiciones de laboratorio. *Idesia (Arica)*. Universidad del Campo. (2011). Edafología 1. Retrieved August 12, 2015, from <http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

Reyes S. & Vargas O. (2011). La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica: 239-247. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Retrieved September 2, 2014, from <http://congreso2018.redcre.com/pdf/Memorias/2011-Memorias-I-Congreso-Colombiano-Restauracion-Ecologica.pdf>

Walsh, N. G. and Entwistle, T. J. (1996). *Flora of Victoria*. Inkata Press, Melbourne. 829 pp.

Ziller, S. (1994). *Grasas y aceites alimentarios.*, 7a ed., Ed. Acribia, S.A., Zaragoza España. Pp.