

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



TESIS

***Amoreuxia wrightii* A. Gray (BIXACEAE) ESPECIE EN PELIGRO DE
EXTINCIÓN, CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT Y GERMINACIÓN**

PRESENTA

ING. BRIANDA ELIZABETH SOTO MATA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

JUNIO, 2015

***Amoreuxia wrightii* A. Gray (BIXACEAE) ESPECIE EN PELIGRO DE EXTINCIÓN,
CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT Y GERMINACIÓN**

Aprobación de tesis



Dr. Eduardo Alanis Rodríguez

Director



Dra. Marisela Pando Moreno

Asesor



Dr. Enrique Jurado Ybarra

Asesor



Dr. Víctor Manuel Molina Guerra

Asesor Externo

Declaro que la presente investigación es original y se desarrolló para obtener el título de Maestría en Ciencias Forestales, donde se utiliza información de otros autores, se otorgan créditos correspondientes.



Ing. Brianda Elizabeth Soto Mata

Junio 2015

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por la beca otorgada para la realización de los estudios de posgrado, dentro del programa de excelencia, así como la aceptación en el Programa de Beca Mixta.

A TERNIUM México SA de CV, por las facilidades prestadas para realizar la tesis en su Área de Conservación de Flora y Fauna Silvestre, así como al M.C. Alejandro Alcalá por las atenciones y todas las facilidades para llevar a cabo esta investigación.

A los miembros del comité de Tesis:

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez por la dirección del presente trabajo, su apoyo, amistad, por sus palabras de gran motivación, por sus sugerencias y observaciones, para hacer de esto un excelente trabajo.

Dra. Marisela Pando Moreno, por su asesoría, por su apoyo en laboratorio, su disponibilidad de tiempo y amistad.

Dr. Enrique Jurado Ybarra, por sus sugerencias para mejorar la calidad de esta investigación, y por su disponibilidad de tiempo.

M.C. Alejandro Alcalá Rodríguez, encargado del área ambiental en Ternium Pesquería, Nuevo León, por las facilidades prestadas para realizar la tesis en sus instalaciones, muchas gracias.

Dr. Víctor Manuel Molina Guerra, por su disponibilidad de tiempo, por las todas facilidades otorgadas para poder llevar a cabo esta investigación en el área de Reserva Ecológica del Complejo Siderúrgico Ternium, Pesquería, Nuevo León.

A la Facultad de Ciencias Forestales, por brindarme la oportunidad de realizar una maestría con nivel de excelencia, a su personal directivo, administrativo y técnico.

A todos mis maestros del programa de maestría por su dedicación y exigencia, ya que esto nos motiva para salir adelante.

A Ramiro, por su amistad, su disponibilidad de tiempo y su gran colaboración en trabajo de campo.

A todas las personas que de una u otra forma participaron en esta investigación y olvidé mencionar.

DEDICATORIA

A Dios, por todo lo que me brinda, por la vida, la salud que me da, para llevar a cabo mis planes y metas propuestas.

A mis padres Juan Antonio y Juany, por su amor, por estar siempre a mi lado, apoyándome, motivándome, por todas sus enseñanzas y fortaleza, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy.

Mis hermanos Ismael y Xitlalic, por su apoyo, que siempre me impulsan para seguir adelante.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	3
CAPITULO II.	7
Caracterización de HÁBITAT de <i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray (Bixaceae) especie en categoría de riesgo para el noreste de México.....	8
Poppendieck, H. H. 1980. A monograph of the Cochlospermaceae. Botanische Jahrbuecher fuer Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 101(2): 191-265	
Apéndice. Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia de las especies registradas para cada condición.....	30
CAPITULO III.	34
GERMINACIÓN DE <i>Amoreuxia wrightii</i> A. GRAY (BIXACEAE) ESPECIE EN CATEGORÍA DE PELIGRO DE EXTINCIÓN PARA EL NORESTE DE MÉXICO..	34
IV. CONCLUSIONES GENERALES	44
LITERATURA CITADA.....	45
ANEXO FOTOGRÁFICO.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valoración de contenido de carbono (C) orgánico por tipo de suelo.....	17
Cuadro 2. Características de los suelos para los dos sitios.....	18
Cuadro 3. Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	12
Figura 2. Diagrama (Triplot) de la ordenación entre variables ambientales, sitios y especies de acuerdo con CANOCO.....	20
Figura 3. Porcentaje de germinación promedio para los dos tratamientos.....	39
Figura 4. Velocidad de germinación para los dos tratamientos.....	39

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron caracterizar las poblaciones naturales de *Amoreuxia wrightii* A. Gray, determinando las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se desarrollan, y la diversidad de la flora asociada a estas poblaciones en 10 sitios presentes en el matorral tamaulipeco en el noreste de México. Por sus características físicas y químicas, los suelos de los sitios estudiados son muy similares, de origen aluvial, arcillosos, con contenidos de arcillas entre 30 y 45%, pH básico y pobres en Materia orgánica. Los sitios desprovistos de vegetación o poca cobertura aérea (con disturbio) presentaron 19 familias, 35 géneros y 36 especies, mientras que los sitios provistos de vegetación presentaron 25 familias, 39 géneros y 43 especies. Se aplicó un Análisis de Correspondencia Canónica utilizando el programa estadístico CANOCO (terBrack, 1986), para evaluar cuáles son las principales variables abióticas que están influenciando la presencia y distribución de *Amoreuxia wrightii* y de las otras especies asociadas. Además se evaluó la capacidad y velocidad de germinación de semillas de *Amoreuxia wrightii* en condiciones de laboratorio. Esta especie se considera en peligro de extinción y no se conoce información acerca de su germinación. Las semillas germinaron más y en menos días siguiendo un tratamiento mecánico de escarificación. Cerca de 70% de las semillas germinaron a los 5 días, mientras que solo el 7% de las no escarificadas lo hicieron hasta el día 30.

Palabras clave: *Amoreuxia wrightii*, áreas desprovistas de vegetación, semillas, germinación.

SUMMARY

The objectives of this study were to characterize natural populations *Amoreuxia wrightii* A. Gray and determine the physical and chemical properties of the soil where they develop and determine the diversity of the flora associated with these populations in 10 sites on the tamulipeco scrub in northeastern Mexico. According to its physical and chemical characteristics, the soils studied sites are very similar; clay type with c content between 30 and 45%, basic pH and poor in MO. The disturbance sites had so 19 families, 35 genera and 36 species, while sites without disturbance had 25 families, 39 genera and 42 species. Canonical correspondence analysis was applied using the statistical program CANOCO (Terbrack, 1986), to assess what are the main abiotic variables that are influencing the presence and distribution of *Amoreuxia wrightii* and other associated species. Also the capacity and speed of seed germination *Amoreuxia wrightii* in laboratory conditions was evaluated. This specie is considered endangered and no information is known about germination. The seeds germinated and fewer days following scarification mechanical treatment. About 70% of the seeds germinated at 5 days, while only 7% of non-scarified did until the 30th.

Key words: *Amoreuxia wrightii*, areas devoid of vegetation, seed, germination.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La Familia Bixaceae agrupa plantas perennes, comprendidas en dos géneros: *Cochlospermum* (árboles y arbustos) y *Amoreuxia* (herbáceas). La familia contiene alrededor de 15 a 20 especies, que se distribuyen en América, África, Asia y Australia (Poppendieck 1980). En México se presentan *Cochlospermum* y *Amoreuxia* con cuatro a cinco especies Poppendieck (1980,1981).

En Nuevo León ocurre un género *Amoreuxia* con dos especies, *A. palmatifida* y *A. wrightii*, cuya distribución se restringe a la Planicie Costera del Golfo y sus límites con la Sierra Madre Oriental (Velazco, 2009).

Para el estado de Nuevo León se tienen registros de ejemplares (Herbario CFNL) colectados en Linares, además, Velazco (2009) reporta su presencia de esta especie en Bustamante, Lampazos de Naranjo y Anáhuac. En 2015 la registramos fotográficamente en el municipio de Pesquería.

Amoreuxia wrightii es una especie herbácea que se desarrolla principalmente en las regiones semiáridas (Cedano 2000; Velazco 2009), también suele crecer en sitios perturbados. Habita desde Texas, en áreas desérticas (Poppendieck, 1981) hasta Veracruz en suelos con altos contenidos de caliche, además en zacatales yesosos, asociada a zacate toboso (*Hilaria mutica*) (Henrickson y Johnston, 1997), así como en suelos arcillosos y planicies con suelos limosos (Correll y Johnston, 1970) y aún en pantanos (Sousa et al., 2013). Es una planta perenne, con raíces engrosadas y leñosas, los tallos renovándose cada año, las partes jóvenes esparcidamente pubescentes, glabras. Hojas sobre largos peciolo, las láminas orbiculares a cordiformes, subenteras a profundamente palmatipartidas, palmatinervadas. Inflorescencias en cimas terminales; flores escasas, algo zigomórficas, 5.0-7.5 cm de diámetro, los sépalos lineares a oblongo-ovados, agudos, imbricados, los pétalos ligeramente desiguales, obovados, amarillos, anaranjados, rosados o rojos; estambres numerosos, los filamentos desiguales, dispuestos en dos conjuntos de largo

diferente, los filamentos y las anteras del grupo inferior ligeramente más largos y teñidos de color rojo oscuro, las anteras lineares abriéndose por dos poros apicales y ocasionalmente dos basales; ovario incompletamente trilobular, sin tabiques en la parte inferior o media, la placentación axilar. Fruto una cápsula globosa a ovoide, péndula, loculicida trivalvada, algo inflada, el exocarpo duro, abriéndose en la madurez sólo parcialmente, dejando a la vista el endocarpo papiráceo, las placentas unidas en la parte inferior formando una columna sólida y persistente; semillas reniformes a subglobosas, glabras, pilosas o diminutamente equinadas, alrededor de 4 mm de largo, glabras brillantes; flores y frutos en agosto (Sprague, 1921).

Otras especies afines como *A. palmatifida* Moc. & Sessé ex DC., con más amplia distribución, se encuentran también en otras comunidades vegetales, como selva baja caducifolia, y siempre (al igual que *A. wrightii*) habita en suelos someros, con roca madre expuesta (Castillo-Campos y Becerra, 1996). Aún otra especie, *A. malvifolia* A. Gray, escasamente conocida, habita preferentemente en suelos de estrato ígneo (Henrickson y Johnston, 1997).

En este estudio, la especie fue registrada en alturas menores de 500 m, suelos calcáreos, altos contenido de arcilla, en pendientes someras o nulas. En cuanto a cobertura aérea, los registros de los individuos con mayor densidad se registraron en áreas con cierto impacto, la vegetación alterada o removida, cobertura escasa a nula y asociada principalmente con vegetación secundaria, tanto herbáceas como arbustivas.

A la fecha, no se han encontrado estudios de germinación de semillas de *Amoreuxia wrightii*, como tampoco trabajos sobre las condiciones óptimas de germinación, como niveles de temperatura y humedad. No hay prácticamente ninguna cita al respecto, sin embargo, se ha estudiado la germinación en otros géneros afines a *Amoreuxia* de la misma familia, es el caso de *Cochlospermum vitifolium* (Sousa et al., 2013) donde los autores mencionan que esta especie es fotoblástica neutral y que sus mejores temperaturas de germinación constante son

a 20 °C. Asimismo, se han realizado experimentos *in vitro* para probar la germinación de *Cochlospermum regium* de acuerdo con el tamaño de semilla, sellado de recipientes y tipo de sustrato (Cascaes et al., 2015).

Calderón de Rzedowski (1994) menciona que *A. wrightii* es una planta poco frecuente y escasa, por lo que fácilmente podría extinguirse. En la actualidad esta especie se encuentra bajo el estatus de peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la IUCN (2010).

Forma parte de la vegetación secundaria y suele crecer en suelos pedregosos, se piensa que muestran reproducción asexual con éxito y que son fáciles de adaptarse en invernadero (Cedano 2000). Se sabe que la presencia de yemas en el xilopodio asegura su propagación vegetativa, lo que le permite sobrevivir en condiciones de extrema sequía y aún en áreas con inundaciones estacionales (Chávez et al., 2013).

De acuerdo con la bibliografía consultada y bases de datos, se observa que existen escasas investigaciones respecto a *Amoreuxia*. La mayoría de los estudios donde se menciona su presencia, son de tipo flora regional, donde forma parte de la lista de especies (Calderón de Rzedowski, 1994; Castillo-Campos y Becerra Zavaleta, 1996; Cedano, 1998; Villarreal-Quintanilla y Estrada-Castillón, 2008).

Además existen trabajos aislados referentes a aspectos taxonómicos, anatómicos y morfológicos (Metcalf y Chalk, 1957; Keating, 1970; Dathan y Singh, 1972; Cedano, 2000; Chávez *et al.* 2013), fisiológicos (Gregory, 2006), así como etnobotánicos, medicinales y alimenticios (Johnson-Fulton, 2014).

Debido a la falta de información cualitativa y cuantitativa en tópicos de germinación y localidades donde se establece *Amoreuxia wrightii* y a la importancia de la especie al estar enlistada como especie en peligro de extinción, es importante desarrollar investigaciones que generen información sobre preferencias de hábitat así como de las poblaciones donde se desarrollan.

Los objetivos de la investigación son caracterizar el hábitat donde se desarrolla *Amoreuxia wrightii* con base en el tipo de suelo y vegetación, determinar la diversidad de flora asociada con estas poblaciones e identificar mediante estadísticas multivariadas (análisis de gradiente directo, Análisis de Correspondencia Canónica) las variables físicas que más influyen en la distribución y estructura de las especies y de *Amoreuxia wrightii*.

CAPITULO II.

Caracterización de HÁBITAT de *Amoreuxia wrightii* A. Gray (Bixaceae) especie en categoría de riesgo para el noreste de México



Fotografía de flores y frutos de *Amoreuxia wrightii*, en la Reserva Ecológica Ternium, Pesquería, Nuevo León

CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT DE *Amoreuxia wrightii* A. GRAY (BIXACEAE) ESPECIE EN CATEGORÍA DE RIESGO PARA EL NORESTE DE MÉXICO

Resumen

Se realizó la caracterización de poblaciones naturales de *Amoreuxia wrightii*, mediante las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se desarrollan, y un análisis de la diversidad de la flora asociada en dos comunidades contrastadas desde el punto de vista de la cobertura del dosel en el matorral tamaulipeco en el noreste de México. Los suelos de los sitios estudiados son muy similares, de origen aluvial, arcillosos (contenido 30 y 45%), pH básico (7.76-7.44) y pobres en materia orgánica (1.28-3.15 %). Los sitios con escasa cobertura aérea (832 m²/ha) presentaron 19 familias, 35 géneros y 36 especies, mientras que los sitios provistos de vegetación (9345 m²/ha de cobertura aérea) presentaron 25 familias, 39 géneros y 43 especies. Se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica utilizando el programa estadístico CANOCO, evaluando las principales variables abióticas que determinan la presencia y distribución de *Amoreuxia wrightii* y especies asociadas. Según los resultados, *Amoreuxia wrightii* se registró con mayor abundancia en comunidades vegetales perturbadas con escasa cobertura aérea.

Palabras clave: análisis de correspondencia canónica, áreas con disturbio, cobertura aérea, , Nuevo León.

Abstract

The objectives of this study were to characterize natural populations of *Amoreuxia wrightii* and determine the physical and chemical properties of the soil where they develop and determine the diversity of the flora associated with these populations, in 10 sites of Tamulipan thornscrub in northeastern Mexico. According to their physical and chemical characteristics, soils at the studied sites were very similar; clay type with C content between 30 and 45%, basic pH (7.76-7.44) and poor in organic matter content (1.28-3.15%). Disturbed sites had 19 plant families, 35 genera and 36 species, whereas sites without disturbance had 25 families, 39 genera and 42 species. Canonical correspondence analysis was applied to assess the main abiotic variables that influenced the presence and distribution of *Amoreuxia wrightii* and other associated species. *Amoreuxia wrightii* was associated with disturbed plant communities with low plant cover.

Key words: canonical correspondence analysis, disturbed sites, plant cover, Nuevo León.

Introducción

La familia Bixaceae agrupa plantas perennes, comprende 25 especies en cuatro géneros: *Amoreuxia* DC., *Bixa* L., *Cochlospermum* Kunth y *Diegodendron* Capuron. El género *Amoreuxia* se compone de cuatro especies: *A. gonzalezii* Sprague & L. Riley, *A. malvifolia* A. Gray, *A. palmatifida* DC. y *A. wrightii* A. Gray, todas ellas distribuidas en México, pero no limitadas al país (Poppendieck, 1980; 1981; Pío-León et al., 2014).

En Nuevo León ocurren dos especies, *A. palmatifida* y *A. wrightii*, cuya distribución se restringe a la Planicie Costera del Golfo y sus límites con la Sierra Madre Oriental (Velazco, 2009). Se tienen registros de ejemplares (Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL) colectados en Linares; además, Velazco (2009) registró *A. palmatifida* y *A. wrightii* en los municipios de Bustamante, Lampazos de Naranjo y Anáhuac, Nuevo León.

Amoreuxia wrightii es una especie herbácea que se desarrolla principalmente en las regiones semiáridas (Cedano, 2000; Velazco, 2009) y suele crecer en sitios perturbados (Calderón de Rzedowski, 1994). Se distribuye desde Texas, Estados Unidos de América hasta el estado de Veracruz, en áreas con suelos yesosos con altos contenidos de caliche (Henrickson y Johnston, 1997), así como en suelos arcillosos, planicies con suelos limosos (Correll y Johnston, 1970) y aún en pantanos (Sousa et al., 2013).

En México, *A. wrightii* se encuentra en estatus de peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). En esta categoría se encuentran las

especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural (SEMARNAT, 2010).

Debido al escaso conocimiento que existe sobre el hábitat donde prosperan las poblaciones de *Amoreuxia wrightii*, y que es una especie con estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), los objetivos de este trabajo fueron caracterizar sus poblaciones naturales, determinando las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se desarrollan, así como la diversidad de la flora asociada en dos comunidades contrastadas desde el punto de vista de la cobertura del dosel en el matorral tamaulipeco en el noreste de México.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en el Área de Conservación de Flora y Fauna Silvestre del Complejo Siderúrgico Ternium, en el municipio de Pesquería, Nuevo León (Noreste de México), entre las coordenadas 25°44'32.17''N, y 99°57'45.23''W, con una altitud de 304 m (Fig. 1).

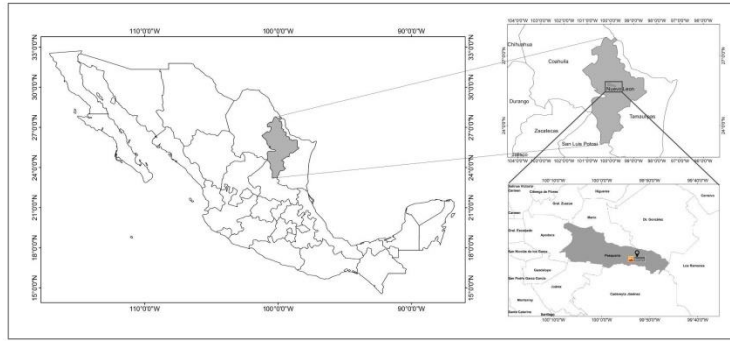


Figura 1: En la imagen izquierda se aprecia México, en la imagen superior derecha el estado de Nuevo León y en la imagen inferior derecha el municipio de Pesquería señalando con un punto el área de estudio.

El clima corresponde al tipo Cx´ semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año, con una precipitación media anual fluctuante entre 600 y 800 mm y una temperatura promedio anual de 22 °C. La temperatura media más alta se registra en el mes de julio con 30 °C; y la mínima en los meses de enero y diciembre con 14 y 15 °C (INEGI, 2012).

Los tipos de suelos son de origen aluvial, profundos, muy arcillosos, con contenido que oscilan de 40 a 65% en todo el perfil. En la época de sequía presentan grietas anchas y profundas que alcanzan, en ocasiones, más de 6 cm de ancho y 100 cm de profundidad. Destacan los Xerosoles, Feozems, y los Vertisoles (INEGI 1986). La vegetación dominante pertenece al matorral espinoso tamaulipeco, el cual está dominado por especies como *Acacia amentacea* DC., *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst., *Cordia boissieri* A. DC. y *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. (Estrada et al., 2004; Alanís et al., 2013).

Evaluación de la vegetación

En el verano del año 2014 se establecieron 10 sitios de muestreo en dos ambientes diferenciados por la estructura de la vegetación: cinco sitios en asociaciones vegetales con cobertura vegetal densa y cinco en áreas perturbadas con suelo desnudo. La asociación con cobertura densa presenta árboles y arbustos maduros con una cobertura de copa de 9345 m²/ha. El área perturbada tiene un historial de uso agrícola, donde la vegetación nativa fue eliminada con maquinaria en 1977 y se utilizó para la agricultura de temporal durante 34 años; en el 2013 fue abandonada. En el momento de la evaluación tenía una cobertura de copa de 832 m²/ha. En cada sitio se establecieron cinco cuadrantes de 1 m² (con un total de 25 cuadrantes para cada condición). En los cuadrantes se midió el diámetro de la cobertura del dosel, en sentido norte-sur y este-oeste para cada individuo de todas las especies herbáceas y arbustivas emergentes, así como la nomenclatura taxonómica de cada una.

Análisis de la vegetación

De acuerdo con el número de individuos se determinó la densidad (N/ha), con la cobertura se estimó la dominancia (m²/ha) y la frecuencia con base en la presencia en los sitios de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxon denominado Índice de Valor de Importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales

en una escala de 0 a 100 (Magurran, 2004). Para evaluar la diversidad se estimó el Índice de Shannon (1948).

Para evaluar cuáles son las principales variables abióticas que están influenciando la presencia y distribución de *Amoreuxia wrightii* y especies asociadas, se realizó la ordenación de la vegetación (análisis de gradiente directo) mediante el Análisis de Correspondencia Canónica utilizando el programa estadístico CANOCO (ter Braack, 1986).

Variables ambientales edáficas

En cada una de las dos asociaciones vegetales se establecieron aleatoriamente 25 cuadrantes para evaluar la vegetación. En cada una de estas parcelas se tomaron muestras de suelos de las cuatro esquinas a una profundidad de 20 cm. Se cuantificaron las variables pH, textura, materia orgánica, y densidad aparente, para analizar cuáles variables tienen el mayor impacto sobre la distribución de la vegetación y en especial sobre *Amoreuxia wrightii*.

Textura. Método AS-09 NOM-021 RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2000), mediante densímetro de Bouyoucos Gay Lussac. El análisis mecánico es la determinación del porcentaje de arena, limo y arcilla. Estos análisis están basados en la proporción diferencial de asentamiento de las partículas del suelo en el agua.

Materia Orgánica. Se obtuvo a través del método “combustión húmeda y titulación según Walkley/Black modificado”, que consiste en la oxidación del carbono orgánico que contiene el suelo con un exceso de dicromato de potasio en un medio fuertemente ácido, valorando el exceso de dicromato con sulfato ferroso (Walkley-Black, 1934).

pH. La medición de la reacción de pH del suelo se basó en la Norma Oficial Mexicana NOM-021 RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2000), por el método AS-23.

Densidad aparente. Se define como la masa por unidad de volumen (Porta et al., 1999). Indica la compactación del suelo, el grado de facilidad o dificultad que podrían tener las raíces para penetrar el suelo (Castellanos et al., 2000), e inferir las dificultades de emergencia y circulación del agua y el aire (Porta et al., 1999) Se tomaron muestras con cilindro metálico de $4 \times 5 \times 5$ cm.

Resultados

Caracterización del hábitat

De acuerdo a la relación con otras especies, *Amoreuxia wrightii* se asoció con especies pioneras que emergen después de un disturbio, con el dominio de especies de herbáceas y pastos como *Gutierrezia sarothrae* (Pursh) Britton & Rusby, *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less., *Parthenium hysterophorus* L., *Aristida purpurea* Nutt., *Panicum obtusum* Kunth y *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; así como arbustos de porte bajo como *Acacia amentacea* DC., *Acacia berlandieri* Benth. y *Eysenhardtia texana* Scheele.

En el área provista de vegetación la especie más abundante resultó ser *Panicum obtusum* (13.07%); con mayor cobertura relativa fueron las arbustivas *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (6.02%), *Eysenhardtia texana* (5.87%), *Castela texana* var. *texana* (5.72%), *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc. (5.30%) y *Lantana macropoda* Torr. (5.24%); la de mayor frecuencia relativa (9.09%) e índice de valor de importancia (7.64%) fue *Gutierrezia sarothrae*.

Diversidad

En los 10 sitios evaluados se registró un total de 26 familias, 44 géneros y 48 especies de plantas vasculares (Apéndice), las cinco familias con mayor número de especies siendo Leguminosae (9), Asteraceae (5), Poaceae (4), Euphorbiaceae (4) y Verbenaceae (3). Los resultados del Índice de Shannon son de 2.88 para el área no provista de vegetación y de 3.20 para la provista de vegetación.

Parámetros estructurales

El Apéndice muestra los resultados de los parámetros estructurales estimados. En los sitios desprovistos de vegetación la especie más abundante y con mayor frecuencia relativa () fue *Amoreuxia wrightii* (21.07% y 14.14%, respectivamente) y *Gutierrezia sarothrae* tuvo la mayor cobertura relativa (6.66%) . De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI) calculado, *Amoreuxia wrightii* (12.93%) resultó ser la especie con el valor más alto.

En el área provista de vegetación la especie más abundante fue *Panicum obtusum* (13.07%); con mayor cobertura relativa, *Zanthoxylum fagara* (6.02%) y la de mayor frecuencia relativa (9.09%) e índice de valor de importancia (7.64%), *Gutierrezia sarothrae*.

Análisis de suelo

Los suelos de los cinco sitios provistos de vegetación presentaron valores promedios de pH 7.44, una clase textural de franco-arenosa, un valor de contenido de materia orgánica (MO) de 3.15, los cuales se consideran valores muy altos de acuerdo a la tabla de valoración de Walkley y Black Modificado (Cuadro 1). Debido a los aportes constantes de MO por la vegetación del lugar, predominan los colores oscuros con un valor de 5 o menos, siendo el más común el pardo oscuro (10YR 4/2) y una densidad aparente de 0.94 g/cm³.

Cuadro 1: Valoración de contenido de carbono (C) orgánico por tipo de suelo.

Contenido de C orgánico	Arenosos	Francos	Arcillosos
Muy escaso	<0.25	<0.50	<0.75
Escaso	0.25–0.50	0.50–0.75	0.75–1.00
Mediano	0.50–0.75	0.75–1.50	1.00–2.00
Alto	0.75–1.50	1.50–2.50	2.00–4.00
Muy alto	>1.50	>2.50	>4.00

Los suelos de áreas abiertas presentaron valores promedio de pH=7.76, una clase textural de franco-arcillosa a arcillosa, un contenido de materia orgánica bajo (1.28), con colores más claros como el pardo 10YR 5/3 y una densidad aparente de 1.33 g/cm³ (Cuadro 2). Esto equivale a suelos compactos con poca porosidad en su composición y una infiltración lenta.

Cuadro 2: Características de los suelos en las áreas desprovistas y provistas de vegetación.

Característica	Desprovisto de vegetación	Provisto de vegetación
pH	7.76	7.44
Materia orgánica (%C)	1.28	3.15
Densidad aparente g/cm ³	1.33	0.94
Clase textural	Franco-Arcillosa	Franco-Arenosa

Análisis de gradiente directo

Al incluir variables bióticas y abióticas en el análisis, mediante CANOCO (Análisis de Correspondencia Canónica, de gradiente directo) se observó que la inercia total de los datos (total inercia=2.25) es estadísticamente heterogénea y pueden analizarse para obtener resultados referentes a la preferencia de hábitat de las especies analizadas, en especial la especie de estudio *Amoreuxia wrightii* por determinado tipo de hábitat.

Los tres primeros ejes engloban 0.38, 0.36 y 0.25 de la varianza total de los datos y las correlaciones fueron bastante altas, 0.97, 0.99 y 0.96, lo que demuestra la relación estrecha entre vegetación y variables ambientales (Cuadro 3).

En la figura 2, *Amoreuxia wrightii* se registró principalmente en los sitios 2, 3 y 4, representando vegetación típica de suelos perturbados, mientras que en los sitios no perturbados 7, 8, 9 y 10 estuvo ausente. En este sentido *Amoreuxia* se asoció principalmente con *Gutierrezia sarothrae*, *Cynodon dactylon*, *Carlowrightia texana*, *Aristida purpurea*, *Indigofera miniata*, *Cenchrus ciliaris* y *Cordia boissieri*, especies indicadoras de disturbio (Correll y Johnston, 1970) que habitan en áreas con coberturas aéreas menos densas o sitios con vegetación casi nula.

De acuerdo con las variables evaluadas, se observó que *Amoreuxia wrightii* prefiere suelos arcillosos y limosos, con suelos con pH ligeramente alcalinos y con densidad aparente alta. Ningún individuo de *Amoreuxia wrightii* fue registrado en sitios que presentaron suelos con altos contenidos de arena y altos contenidos de materia orgánica. De igual forma, pero con respecto a la flora asociada en estos sitios, se confirma que *Amoreuxia wrightii* no está asociada dentro de sitios no perturbados con la vegetación nativa y cobertura aérea densa, especialmente aquella constituida por *Jatropha dioica*, *Karwinskia humboldtiana*, *Acacia schaffneri*, *Acacia amentacea*, *Zanthoxylum fagara*, *Leucophyllum frutescens* y *Forestiera angustifolia* Torr.

Cuadro 3: Resultados del Análisis de Correspondencia Canónica mostrando los valores de los tres primeros ejes, sus correlaciones y la inercia total (varianza total).

Ejes	1	2	3	Inercia total
Eigenvalores	0.380	0.362	0.259	2.25
Correlación Espacio-Ambiental	0.972	0.993	0.965	
% varianza acumulada especies	16.9	33.0	44.4	
% varianza acumulada especies-ambiente	27.7	54.0	72.9	

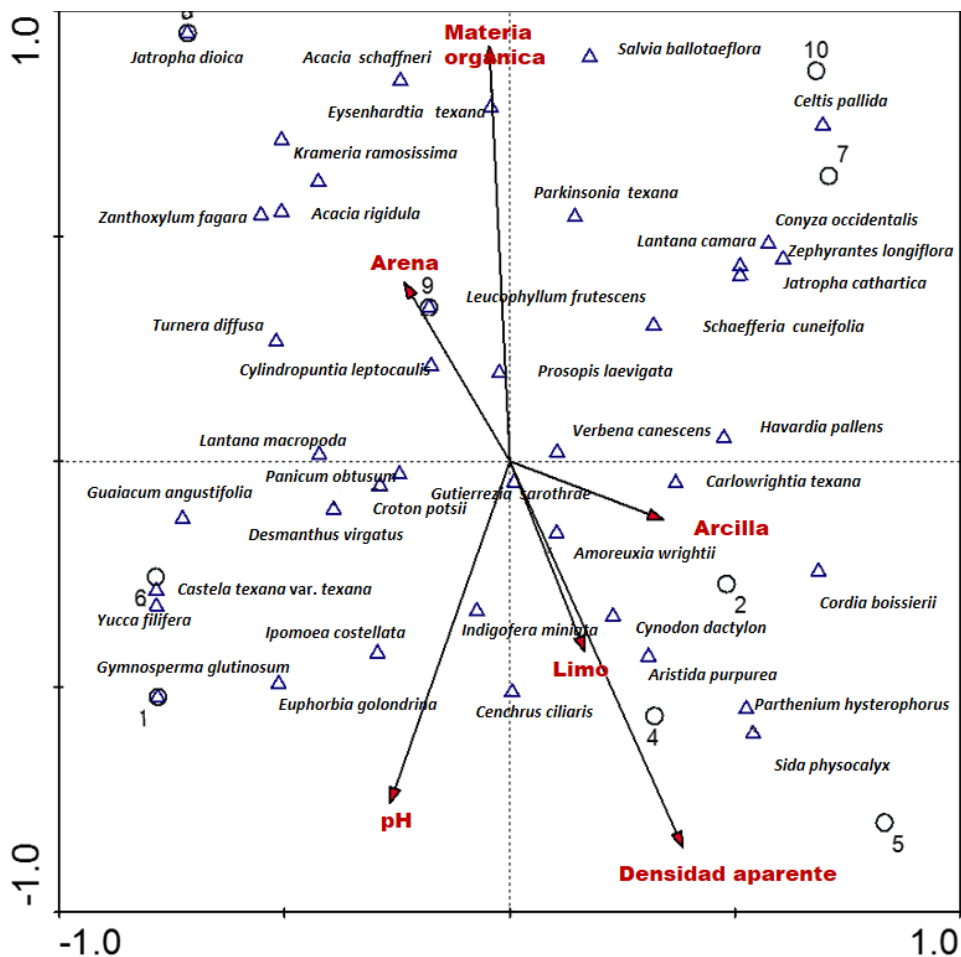


Figura 2: Diagrama (Triplot) de la ordenación entre variables ambientales, sitios y especies de acuerdo con la Ordenación Canónica de Comunidades (CANOCO, por sus siglas en inglés) (ter Braak, 1987)

Discusión

La mayoría de las especies del género *Amoreuxia* están adaptadas morfológica y fisiológicamente para subsistir en condiciones extremas de sequía en las zonas áridas donde se encuentran (Chávez, 2013). Figueroa y Galeano (2007) señalan que una de esas adaptaciones es la presencia de raíces tuberosas que le permiten acumular agua para sobrevivir durante épocas secas. Chávez (2013) menciona que *Amoreuxia wrightii* tiene un sistema subterráneo complejo, formado por un eje engrosado cuya porción proximal corresponde a un xilopodio de origen posiblemente caulinar y el resto a una estructura tuberosa de origen radical. Además, se presentan raíces laterales con función de reserva, sostén y absorción, lo que asegura la propagación de esta especie en condiciones extremas.

Milanez y Moraes-Dallaqua (2003) y Vilhalva y Apezato-da-Glória (2006) hacen referencia al desarrollo de un xilopodio de origen caulinar, radical o mixto en estructuras subterráneas en diferentes especies de Asteraceae. Gregory (2006) menciona el desarrollo de reservorios de almidón en las raíces tal como ocurre en *Amoreuxia wrightii*, las cuales proporcionan alimento a la planta durante periodos de sequía.

Amoreuxia wrightii se asoció principalmente con *Gutierrezia sarothrae*, *Cynodon dactylon*, *Carlowrightia texana*, *Aristida purpurea*, *Indigofera miniata*, *Cenchrus ciliaris* y *Cordia boissieri*, todas indicadoras de disturbio (Correll y Johnston, 1970) y que habitan en áreas con coberturas aéreas menos densas o sitios sin vegetación. También se asoció a arbustos de porte bajo como *Acacia amentacea*, *Acacia berlandieri* y *Eysenhardtia texana*.

Estos arbustos son los primeros en regenerar después de actividades productivas o perturbación (Alanís et al., 2008; Alanís et al., 2013 y Jiménez et al., 2013).

El suelo del área con escasa vegetación, que fue donde se encontró *A. wrightii*, muestra valores ligeramente alcalinos, no salinos y arcillosos. Cutler (1977) y Dickison (2000) reportaron suelos muy similares en donde crece *Amoreuxia wrightii*, señalando que, en ambientes áridos con suelos arcillosos, con escasa precipitación y alta evapotranspiración, es frecuente que presenten estructuras subterráneas capaces de almacenar sustancias de reserva en algunos casos o agua en otros.

Lo anterior se ve reflejado en el índice de valor de importancia, ya que para la zona desprovista de vegetación, en donde los suelos son arcillosos especies como *Amoreuxia wrightii* presentan el valor más altos de densidad. Caso contrario en el área provista de vegetación, la especie mostró valores menores. Además del tipo de suelo, *A. wrightii* se estableció con mayor abundancia en el área no provista de vegetación, donde existe una escasa cobertura vegetal y condición para que se desarrollen las especies heliófitas (Raposo et al., 2016).

Los estudios sistemáticos sobre la distribución, ecología, germinación y propagación de *Amoreuxia* son escasos. Por lo anterior se considera necesario desarrollar más investigaciones sobre estos temas. A nivel especie, se han generado, en Venezuela, estudios de *Amoreuxia wrightii* que evalúan aspectos biológicos y poblaciones (Chávez et al., 2016) y anatomía foliar y del sistema subterráneo (Chávez et al., 2013), pero hace falta generar conocimiento de su germinación y propagación para fines de preservación y producción de especies.

Conclusiones

Amoreuxia wrightii fue más abundante en áreas con nula cobertura, desprovistas de vegetación o bien, áreas abiertas, sobre suelos con bajo contenido de materia orgánica y altos contenidos de pH, limo, arcilla y densidad aparente. De acuerdo a la relación con otras especies, se asoció con especies pioneras, que emergen después de un disturbio, con el dominio de especies de herbáceas y pastos. En las áreas sin perturbación, con suelos donde hay contenidos altos de materia orgánica y que albergan vegetación arbustiva con cobertura aérea densa, se encontró una población menor de *Amoreuxia wrightii*.

Contribuciones de autores

BSM, EAR, EJ y MPM concibieron y diseñaron el estudio. BSM y EAR realizaron los análisis. BSM, VMG, AAR y JMC contribuyeron a la adquisición de datos y la interpretación. BSM y EAR escribieron el manuscrito con la ayuda de EJ, MPM, VMG, AAR y JMC. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberle otorgado una beca de manutención a la primera autora. También se agradece el apoyo de la empresa RENAC, S.A. de C.V. por haber apoyado con la logística de las actividades en campo, haber cubierto la adquisición de los reactivos de laboratorio y los gastos de trasportación y alimentación de las brigadas de campo.

Literatura citada

- Alanís, E., J. Jiménez, M. A. González, J. I. Yerena, L. G. Cuellar y A. Mora-Olivo. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton, Revista Internacional de Botánica Experimental*. 82(2): 185-191.
- Alanís, E., J. Jiménez, O. A. Aguirre, J. E. Treviño, E. Jurado y M. A. González. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 11(1): 56-62.
- Calderón de Rzedowski, G. 1994. Cochlospermaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes 95: 1-5.
- Castellanos J. Z., J. X. Uvalle y A. Aguilar. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2a. Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola., San Miguel de Allende, Gto. México. 226 pp.
- Cedano Maldonado, M. 2000. Revisión de la familia Cochlospermaceae para México. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas, Área de sistemática vegetal, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 241 pp.
- Chávez J., D. Jáuregui, M. Lapp y P. Torrecilla. 2013. Anatomía foliar y del sistema subterráneo de *Amoreuxia wrightii* A. Gray (Bixaceae), especies en peligro crítico en Venezuela. *Ernstia* 23(1): 47-65.
- Chávez, J., M. Lapp, P. Torrecilla, R. Wingfield y L. García. 2016. Aspectos biológicos y poblacionales con relación al estado de amenaza local de *Amoreuxia wrightii* A.

- Gray (Bixaceae), especie de distribución restringida en Venezuela. *Ernstia* 26(1): 39-73.
- Correll, D. S. y M. C. Johnston. 1970. *Manual of the Vascular Plants of Texas*. Texas research foundation. Renner, Texas. Pp. 36-84.
- Cutler, D. F. 1977. *Applied plant anatomy*. Longman. London and New York, UK, USA. 103 pp.
- Dickison, W. C. 2000. *Integrative plant anatomy*. Academic Press. San Diego, USA. 533 pp.
- Estrada, A. E., C. Yen, A. Delgado y J. A. Quintanilla. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75: 73-85.
- Figuroa, Y. y G. Galeano. 2007. Lista comentada de las plantas vasculares del Enclave Seco Interandino de la Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia* 29(2): 263-281.
- Gregory, P. J. 2006. *Plant Roots: Growth, activity and interaction with soils*. Blackwell Publishing. Oxford, UK. 318 pp. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470995563.ch1>
- Henrickson, J. y M. C. Johnston. 1997 (inédito). *A flora of the Chihuahuan Desert region*. Los Angeles, California. 1687 pp.
- INEGI. 1986. *Síntesis Geográfica de Nuevo León*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F., México. 170 pp.

- INEGI. 2014. Perspectiva estadística Nuevo León. Instituto Nacional de Estadística y Geografía México, D.F., 95 pp.
- Jiménez, J., E. Alanís, M. A. González, O. A. Aguirre, E. J. Treviño. 2013. Characterizing regeneration of woody species in areas with different land-history tenure in the Tamaulipan thornscrub, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 58(3): 299-304. DOI: <http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909-58.3.299>
- Magurran, A. E. 1988. Magurran, A.E. 1988 *Ecological Diversity and Its Measurements*. Chapman & Hall, London, UK. 179 pp.
- DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Milanez, C. y M. Moraes-Dallaqua. 2003. Ontogênese do sistema subterrâneo de *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi (Fabaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 415-427. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042003000300014>.
- Pío-León, J. F., J. L. León-de la Luz y A. Ortega-Rubio 2014. Nuevo registro de *Amoreuxia gonzalezii* (Bixaceae) para la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(4): 1269-1272. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.44212>
- Poppendieck, H. H. 1980. A monograph of the Cochlospermaceae. *Botanische Jahrbuecher fuer Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 101(2): 191-265.
- Poppendieck, H. H. 1981. Cochlospermaceae. *Flora Neotropical Monograph* 27: 1-34.
- Porta, J., M. López-Acevedo, C. Roquero. 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2a. ed. Editorial Mundi-Prensa. Asturias, España. Pp. 155, 256.

Raposo, M., P. Mendes, A. Cano-Ortiz y C. Pinto-Gomes. 2016. Séries de vegetação prioritárias para a conservação no centro e sul de Portugal continental. *Botanique* 1: 113-148.

SEMARNAT. 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México. 73 pp.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México. 78 pp.

Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 623-656.

Sousa Pereira, D., M. Sousa Pereira y A. M. Esmeraldo Bezerra. 2013. Effect of Light and Temperature on Seed Germination of *Cochlospermum vitifolium* (Will.) Sprengel. *Floresta e Ambiente* 20(3): 391-397. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.026>

Stevens, W. D., C. Ulloa Ulloa, A. Pool y O. M. Montiel Jarquín. 2001. Flora de Nicaragua. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 85: i-xlii.

ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1938672>

Velazco, C. G. 2009. Flora del estado de Nuevo León, México: Diversidad y Análisis Espacio-Temporal. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de Los Garza, México. 218 pp.

Vilhalva, D. y B. Apezato-da-Glória. 2006. Morfo-anatomia do sistema subterrâneo de *Calea verticillata* (Klatt) Pruski e *Isostigma megapotamicum* (Spreng.) Sherff - Asteraceae. *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 39-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000100005>.

Walkley, A. e I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37(1): 29-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>

Apéndice. Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia de las especies registradas para cada condición.

Familia	Especies	No provistas de vegetación				Provistas de vegetación			
		Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI
ACANTHACEAE	<i>Carlowrightia texana</i> Henrickson & T.F. Daniel	6.13	3.00	1.53	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Ruellia occidentalis</i> (A. Gray) Tharp & F.A. Barkley	0.38	0.26	0.76	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
AGAVACEAE	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	0.38	1.76	0.76	0.97	0.65	2.26	1.01	1.31
AMARYLLIDACEAE	<i>Zephyranthes longifolia</i> Hemsl.	2.68	2.12	2.3	2.37	5.88	1.50	2.02	3.14
ASTERACEAE	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	0.38	1.13	0.76	0.76	1.96	2.60	2.02	2.19
	<i>Gutierrezia sarothrae</i> (Pursh) Britton & Rusby	10.73	6.66	10.76	9.38	10.46	3.37	9.09	7.64
	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	3.45	2.01	4.61	3.36				0.00
						0.00	0.00	0.00	
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	6.51	1.70	4.61	4.27	1.31	3.31	1.01	1.88
	<i>Tridax coronopifolia</i> (Kunth) Hemsl.	0.77	1.07	0.76	0.87	0.65	1.56	1.01	1.08
BORAGINACEAE	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	0.77	1.05	1.53	1.11	0.65	4.51	1.01	2.06

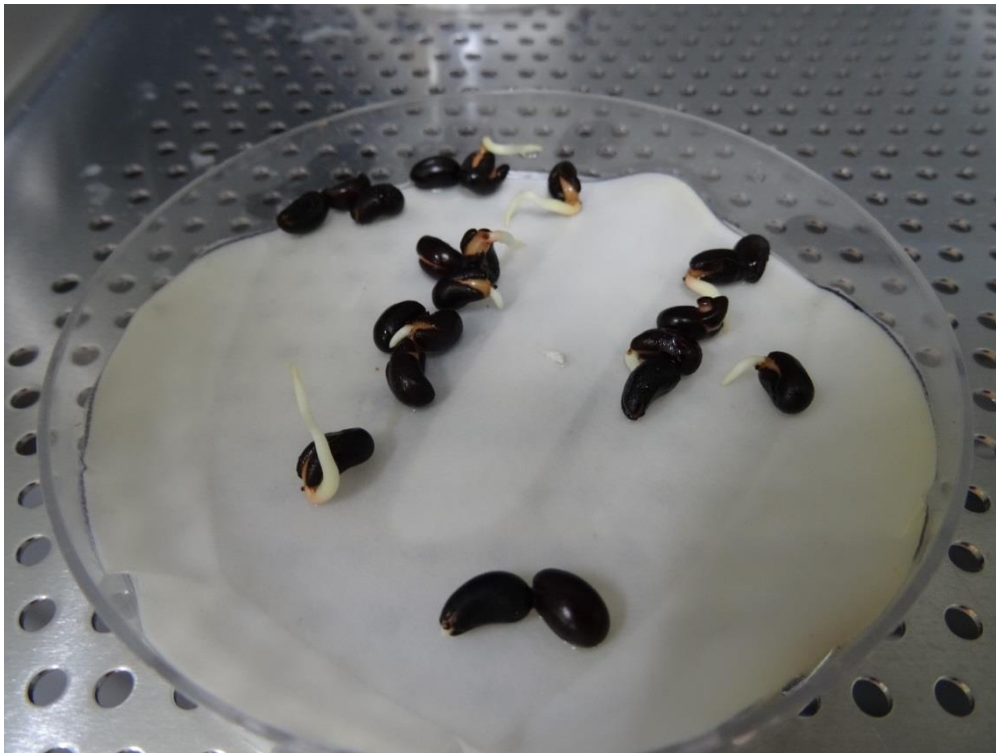
BIXACEAE	<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray	21.07	3.57	14.14	12.93	11.11	1.28	6.06	6.15
CACTACEAE	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	1.70	2.02	1.68
CELASTRACEAE	<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray	0.77	1.07	1.53	1.12	1.31	2.14	2.02	1.82
CUCURBITACEAE	<i>Ibervillea tenuisecta</i> (A. Gray) Small	0.38	3.78	0.76	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea costellata</i> Torr.	1.15	4.85	2.3	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00
EUPHORBIACEAE	<i>Croton pottsii</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	3.83	1.27	3.48	2.86	5.88	0.71	6.06	4.22
	<i>Euphorbia golondrina</i> L.C. Wheeler	0.38	3.13	0.76	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Jatropha cathartica</i> Terán & Berland.	0.38	0.77	0.76	0.64	1.96	3.39	3.03	2.79
	<i>Jatropha dioica</i> Sessé	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92	2.32	1.01	2.42
KRAMERIACEAE	<i>Krameria ramosissima</i> (A. Gray) S. Watson	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	4.48	2.02	2.82
LAMIACEAE	<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.61	1.05	3.03	2.23
LEGUMINOSAE	<i>Acacia greggii</i> A. Gray	0.38	5.36	0.76	2.17	0.65	2.41	1.01	1.36
	<i>Acacia rigidula</i> Benth.	0.38	0.34	0.76	0.50	2.61	1.63	4.04	2.76
	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	0.78	3.03	1.92
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	2.30	6.48	3.07	3.95	2.61	3.91	2.02	2.85
	<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	5.87	3.03	3.62

	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	0.38	1.07	0.76	0.74	0.65	3.39	1.01	1.68
	<i>Indigofera miniata</i> Ortega	3.07	5.11	2.3	3.49	1.96	1.24	1.01	1.40
	<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson	0.38	7.30	0.76	2.81	1.31	0.97	2.02	1.43
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	0.38	0.90	0.76	0.68	0.65	2.63	1.01	1.43
MALVACEAE	<i>Hibiscus martianus</i> Zucc.	0.38	3.00	0.76	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Sida physocalyx</i> A. Gray	3.45	1.98	4.61	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00
OLEACEAE	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	1.50	1.01	1.27
POACEAE	<i>Aristida purpurea</i> Nutt.	4.60	1.47	3.07	3.05	1.31	3.76	1.01	2.03
	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	1.92	6.66	2.3	3.63	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	4.60	2.04	6.92	4.52	1.31	3.84	1.01	2.05
	<i>Panicum obtusum</i> Kunth	10.73	3.78	10	8.17	13.07	1.80	6.06	6.98
RANUNCULACEAE	<i>Clematis drummondii</i> Torr. & A. Gray	0.38	2.20	0.76	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00
RHAMNACEAE	<i>Karwinskia</i> <i>humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	5.30	2.02	2.88
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	0.38	0.86	0.76	0.67	1.31	6.02	2.02	3.12
SCROPHULARIACEAE	<i>Leucophyllum</i> <i>frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	2.14	1.01	1.27
SIMAROUBACEAE	<i>Castela texana</i> (Torr. & A. Gray) Rose var. <i>texana</i>	0.38	0.69	0.76	0.61	1.31	5.72	2.02	3.02

TURNERACEAE	<i>Turnera diffusa</i> Willd.	2.30	2.40	2.3	2.33	2.61	1.42	3.03	2.36
ULMACEAE	<i>Celtis pallida</i> Torr.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	0.91	2.02	1.63
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i> L.	0.00	0.00	0.00	0.00	4.58	1.24	5.05	3.62
	<i>Lantana macropoda</i> Torr.	1.15	1.20	1.53	1.29	0.65	5.24	1.01	2.30
	<i>Verbena canescens</i> Kunth	0.77	4.08	1.53	2.12	0.65	1.20	1.01	0.96
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Guaiaacum angustifolium</i> Engelm.	1.53	3.86	1.53	2.31	1.96	0.86	3.03	1.95
Suma		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

CAPITULO III.

GERMINACIÓN DE *Amoreuxia wrightii* A. GRAY (BIXACEAE) ESPECIE EN CATEGORÍA DE PELIGRO DE EXTINCIÓN PARA EL NORESTE DE MÉXICO



Fotografía de semillas de *Amoreuxia wrightii* en germinación

GERMINACIÓN DE *Amoreuxia wrightii* A. Gray (BIXACEAE) ESPECIE EN CATEGORÍA DE PELIGRO DE EXTINCIÓN PARA EL NORESTE DE MÉXICO

Resumen

Se evaluó la capacidad y velocidad de germinación de semillas de *Amoreuxia wrightii* en condiciones de laboratorio. Esta especie se considera en peligro de extinción y no se conoce información acerca de su germinación. Las semillas germinaron más y en menos días siguiendo un tratamiento mecánico de escarificación. Cerca de 70% de las semillas germinaron a los 5 días, mientras que solo el 7% de las no escarificadas lo hicieron hasta el día 30.

Summary

The capacity and speed of seed germination *Amoreuxia wrightii* in laboratory conditions was evaluated. This species is considered endangered and no information is known about germination. The seeds germinated and fewer days following scarification mechanical treatment. About 70% of the seeds germinated at 5 days, while only 7% of non scarified did until the 30th.

Introducción

Bixaceae es un grupo de plantas perennes, comprendidas en dos géneros: *Cochlospermum* (árboles y arbustos) y *Amoreuxia* (herbáceas). La familia contiene alrededor de 15 a 20 especies, que se distribuyen en América, África, Asia y Australia (Poppendieck 1980). En México se presentan *Cochlospermum* y *Amoreuxia* con cuatro a cinco especies Poppendieck (1980,1981).

En Nuevo León ocurre un género *Amoreuxia* y dos especies, *A. palmatifida* y *A. wrightii*, cuya distribución se restringe a la Planicie Costera del Golfo y sus límites con la Sierra Madre Oriental (Velazco, 2009). Se tienen 32 registros de ejemplares colectados u observados en campo, en el estado de Nuevo León se reportan 4 localidades al norte (en los municipios de Bustamante, Lampazos de Naranjo y Anáhuac), (Velazco, 2009), además se tienen registro de ejemplares colectados en Linares (Hebrario CFNL) y observaciones personales (fotografías) en Pesquería.

Amoreuxia wrightii se desarrolla principalmente en las regiones semiáridas (Cedano 2000; Velazco 2009), también suele crecer en sitios perturbados, es una planta poco frecuente y escasa, por lo se considera que podría extinguirse (Calderón de Rzedowski, 1994). Presenta flores grandes, de color amarillo intenso y frutos llamativos, forman parte de la vegetación secundaria y suelen crecer en suelos pedregosos, se piensa que muestran reproducción asexual con éxito y que son fáciles de adaptarse en invernadero (Cedano 2000).

Esta planta, además de su valor intrínseco como componente de la biodiversidad del ecosistema semiárido, aparece en el listado de especies de flora en la categoría de Peligro de Extinción (P) en la Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010.

A la fecha, no se han encontrado estudios de germinación de semillas de *Amoreuxia wrightii*, que documenten su latencia o las condiciones óptimas de germinación, como niveles de temperatura y humedad.

Materiales y métodos

Área de estudio. Las semillas maduras se colectaron los meses de mayo, junio y julio, en el municipio de Pesquería, Nuevo León, (25°44' 32.17" N, 99° 57'

45.23''O). Este municipio se encuentra al centro este del estado de Nuevo León, limita al norte con Marín y Doctor González, al sur con Cadereyta Jiménez y Apodaca, al este con los Ramones y al oeste con Apodaca. En Pesquería, especialmente en el área de estudio predominan los suelos de origen aluvial, profundos, bastante arcillosos, con un contenido de arcilla de 40 a 65% en todo el perfil. En la época de sequía presentan grietas que alcanzan más de 6 cm de ancho y 100 cm de profundidad. Son ligera o moderadamente alcalinos, y en ocasiones salinos y sódicos. Destacan los Xerosoles que son típicos de regiones secas, tienen una capa superficial clara y delgada con cantidades variables de materia orgánica según el tipo de textura que tengan; los de tipo Feozems, poseen una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes, toleran exceso de agua, con drenaje, de fertilidad moderada, también poseen buena capacidad de permeabilidad y Vertisoles, muy arcillosos en cualquier capa menor de los 50 cm de profundidad, en épocas de secas tiene grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya humedad artificial, suelos muy impermeables y estando secos son duros para labores de labranza (INEGI 1986). La vegetación dominante está conformada por el matorral espinoso tamaulipeco, donde se destacan principalmente especies como gavia (*Acacia amentacea*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), anacahuita (*Cordia boissieri*) y huizache (*Vachellia farnesiana*) que es abundante posterior al aclareo (INEGI 1986).

Pruebas de germinación

Las semillas se colocaron en cajas Petri, acondicionadas con papel filtro humedecido con agua destilada. Se emplearon 20 semillas por caja de Petri, con 5 repeticiones por tratamiento. Se establecieron dos tratamientos, semillas integrales (no escarificadas) y semillas escarificadas. A estas últimas se les removió una pequeña porción con papel de lija para madera.

Las pruebas de germinación se realizaron en una cámara germinadora Seedburo Equipment, con un fotoperiodo 12 h luz/12 h oscuridad, temperatura de 29 °C día y 22 °C noche, establecidas para representar las temperaturas del área de estudio, humedad constante del 90%. Los ensayos se condujeron durante 37 días, aspecto recomendado por Baskin y Baskin (2001), cuando se obtiene incremento en los porcentajes de germinación luego de dos semanas de iniciada la prueba. El criterio para la germinación fue la radícula visible. Se llevó un registro diario del número de semillas germinadas. Las semillas no germinadas en este período se consideraron como latentes, al presentar un mecanismo de dispersión de la germinación en tiempo, para asegurar la preservación de las especies (Foley, 2001).

Análisis de datos

Para evaluar si existían diferencias entre las variables de los tratamientos, se utilizó la prueba de “*t*” de Student. El programa estadístico utilizado fue el SPSS versión 22 (SPSS Inc.).

Resultados

Las semillas del tratamiento escarificación mecánica presentaron un promedio de 14.6 semillas germinadas (con un total de 73%), mientras que las semillas no escarificadas promediaron 1.4 (7% de germinación) (Fig. 4).

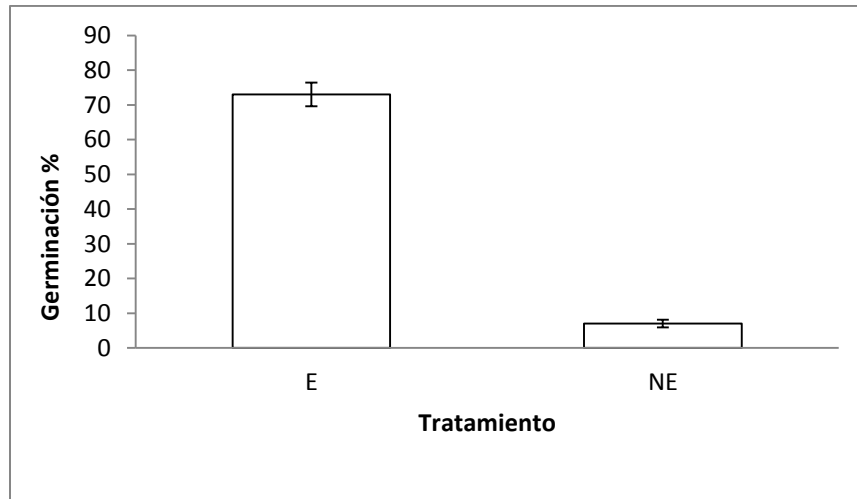


Fig. 3. Porcentaje de germinación promedio para los dos tratamientos, las barras verticales representan un error estándar de la media.

La germinación comenzó al tercer día en las semillas escarificadas, mientras que en las semillas no escarificadas comenzó a los 30 días (Fig. 5).

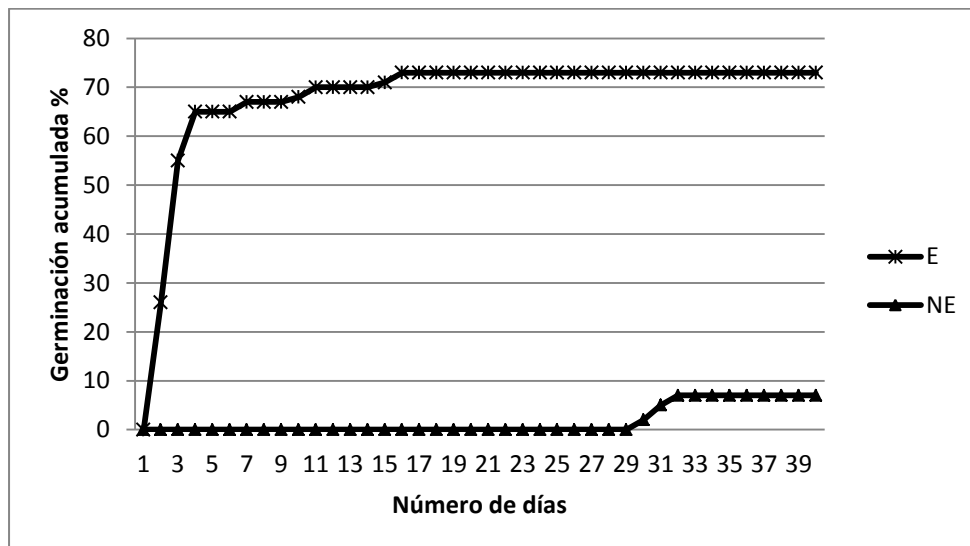


Fig. 4. Velocidad de germinación para los distintos tratamientos, expresada en valores acumulados de porcentaje de semillas germinadas en función del número de días.

Análisis de datos

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que si se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos ($F = 3.437$, $g.l. = 8$, $p < 0.05$). Es de notar, que la escarificación tuvo un efecto contrastante con el resultado de la germinación respecto a las semillas no escarificadas, pues lo determinó en dos sentidos, uno en el tiempo de germinación entre ambos tratamientos, con valores de medias contrastantes, y el otro, el porcentaje de germinación de las semillas, también, con valores marcadamente heterogéneos, pues en semillas escarificadas, cerca del 70% germinaron a los 5 días, mientras que en las primeras semillas no escarificadas lo hicieron hasta el día 30.

Discusión

Muchas especies que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas, presentan características anatómicas que pueden ser de importancia adaptativa para su supervivencia (Jáuregui *et al.* 2012). La mayoría de las especies de *Amoreuxia* están adaptadas morfológica y fisiológicamente para sobrellevar las condiciones extremas de sequía de las zonas áridas donde se encuentran. Una de estas adaptaciones es la presencia de raíces tuberosas que le permiten acumular agua, presencia de yemas en el xilopodio lo que asegura la propagación vegetativa, para sobrevivir durante la época seca además de presentar raíces laterales con función de reserva, sostén y absorción. (Figuroa y Galeano 2007; Chávez *et al.* 2013).

El papel de la testa es fundamental en la toma de agua por la semilla; ésta y su permeabilidad están relacionadas con el intercambio gaseoso (Bewley y Black 1994). Las semillas no germinadas en las primeras dos semanas se consideran como latentes, éste es un mecanismo de dispersión de la germinación en tiempo,

para asegurar la preservación de las especies (Foley, 2001). De acuerdo con la germinabilidad y velocidad de germinación de semillas escarificadas en este experimento, y de acuerdo con las categorías de Jurado y Westoby (1992), caen dentro de la categoría II (intermedia, más del 20% de las semillas germinaron después de tratamiento de escarificación) y en velocidad de germinación en la clasificación I (rápida, cuando el 50% de las semillas que germinaron, lo hicieron en los días 1 y 3).

Un estudio con anatomía foliar y del sistema subterráneo de *Amoreuxia wrightii* A. Gray (Chávez *et.al.* 2013), sugiere que esta especie contiene un sistema radicular complejo, una estructura tuberosa con presencia de yemas en el xilopodio lo que asegura la propagación vegetativa, además de presentar raíces laterales con función de reserva, sostén y absorción. Esto permite explicar cómo las yemas resguardadas de las temperaturas extremas, que eliminan la parte aérea ya sea períodos de baja disponibilidad hídrica, rebrotan a expensas de las reservas cuando las condiciones adversas son superadas.

Conclusiones

Las semillas de *Amoreuxia wrightii* presentan latencia física pues germinaron más posterior a un tratamiento simple de escarificación mecánica. Una vez escarificadas las semillas, la germinación ocurrió en los primeros cinco días posteriores al contacto con el agua.

Bibliografía

- Calderón de Rzedowski, G. 1994. Cochlospermaceae. Flora del Bajío y regiones adyacentes, fascículo 95:1-5.
- Cascaes I. M., Antunes, P.T., Waleria, B. B. and Soares P. A. 2015. Germination of *Cochlospermum regum* Seeds: Influence of seed size, vials, vial sealing *In vitro*, and substrate *In vivo*. European Journal of Medicinal Plants 6(1):24-33.
- Cedano Maldonado, M. 2000. Revisión de la familia Cochlospermaceae para México. Tesis de Maestría Ciencias Biológicas (Área de sistemática vegetal). Universidad de Guadalajara 241 pp.
- Estrada, E., A.D. Yen, y J. Villarreal (2004). Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 75: 73-85.
- Figueroa, Y. y G. Galeano. 2007. Lista comentada de las plantas vasculares del Enclave Seco Interandino de la Tatacoa (Huila, Colombia). Caldasia 29: 263-281.
- Foley, M.E. 2001. Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. Weed Sci. 49, 305-317.
- INEGI. 1986. Síntesis geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D. F. 170 pp.
- Jáuregui, D., L. García; P. Torrecilla y M. Lapp. 2012. Caracterización anatómica de los órganos vegetativos de *Oxycarpha suaedifolia* S. Blake (Asteraceae), especie endémica de la planicie xerofítica costera del estado Falcón (Venezuela). Ernstia 22: 61-77.
- Jurado, E., Westoby, M., 1992. Germination biology of selected Central Australian plants. Australian Journal of Ecology. 17: 341-348.
- Poppendieck, H.H. 1980. A monograph of the Cochlospermaceae. Bot. Jahrb. Syst 101(21) 191-265.
- Poppendieck, H.H. 1981. Cochlospermaceae. Flora Neotropical Monograph. 27: 1-34.

- Sousa Pereira, D., M. Sousa Pereira y A. M. Esmeraldo Bezerra. 2013. Efeito da luz e da temperatura na Germinacao de sementes de *Choclospermum vitifolium* (Will.) Spreng. *Floresta e Ambiente* 20 (3): 391-397.
- Velazco Macías, C. G. 2009. Flora del estado de Nuevo León, México: Diversidad y Análisis Espacio-Temporal. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Tesis doctoral, 218 pp.

IV. CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con la ubicación geográfica y comunidades vegetales donde la registramos en este estudio, podemos expresar, que la especie prefiere alturas menores de 500 m, suelos calcáreos, altos contenido de arcilla, pendientes someras o nulas, prefiere sitios planos. En cuanto a cobertura aérea, los registros de los individuos con mayor densidad se registraron en áreas con cierto impacto, la vegetación alterada o removida, cobertura escasa a nula y asociada principalmente con vegetación secundaria, tanto herbáceas como arbustivas.

Amoreuxia wrightii, prefiere áreas con nula cobertura, desprovistas de vegetación o bien, áreas abiertas, sobre suelos con bajo contenido de materia orgánica y altos contenidos de pH, limo, arcilla y densidad aparente. No es raro observar que las principales especies asociadas con *Amoreuxia wrightii* sean malezas, algunas de ellas exóticas como: *Cynodon dactylon* y *Cenchrus ciliaris*, pues estas prefieren en lo general, áreas desprovistas de vegetación para desarrollarse. Algo interesante de notar es la presencia de gran número de especies herbáceas anuales o perennes asociadas con *Amoreuxia*, caso distinto a las áreas no perturbadas, donde predomina vegetación arbustiva perenne y nativa. En las áreas sin perturbación, con suelos donde hay contenidos altos de materia orgánica y que albergan vegetación arbustiva con cobertura aérea densa, es prácticamente imposible encontrar individuos de *Amoreuxia wrightii* asociados con esta, es el caso de las especies *Jatropha dioica*, *Acacia schaffneri*, *Karwinskia humboldtiana*, *Eysenhardtia texana* y *Salvia ballotaeflora*, entre otras.

Las semillas de *Amoreuxia wrightii* presentan latencia física pues germinaron más posterior a un tratamiento simple de escarificación mecánica. Una vez escarificadas las semillas, la germinación ocurrió en los primeros cinco días posteriores al contacto con el agua.

LITERATURA CITADA

- Calderón de Rzedowski, G. 1994. Cochlospermaceae. Flora del Bajío y regiones adyacentes, fascículo 95:1-5.
- Castillo-Campos, G. y J. Becerra Zavaleta. 1996. Cochlospermaceae. Flora de Veracruz, fascículo 95:1-11.
- Chávez J., Jáuregui D., Lapp M. y P. Torrecilla. 2013. Anatomía foliar y del sistema subterráneo de *Amoreuxia wrightii* A. Gray (Bixaceae), especies en peligro crítico en Venezuela. ERNSTIA Vol. 23 (1):47-65.
- Cascaes I. M., Antunes, P.T., Waleria, B. B. and Soares P. A. 2015. Germination of *Cochlospermum regium* Seeds: Influence of seed size, vials, vial sealing In vitro, and substrate In vivo. European Journal of Medicinal Plants 6(1):24-33.
- Cedano Maldonado, M. 1998. Primer informe de *Amoreuxia gonzalezii* Sprague et Riley (Cochlospermaceae) en Jalisco. Boletín IBUG, 5(1-3):217-222.
- Cedano Maldonado, M. 2000. Revisión de la familia Cochlospermaceae para México. Tesis de Maestría Ciencias Biológicas (Área de sistemática vegetal). Universidad de Guadalajara 241 pp.
- Correl, D.S. and Johnston, M.C. 1970. Manual of the Vascular Plants of Texas. Texas research foundation. Renner, Texas. Pág. 36-84.
- Dathan, A.S.R. y D. Singh 1972. Development of embryo sac and seed in *Bixa* L. and *Cochlospermum* Kunth. J. Indian Bot. Soc. 51: 254-266.
- Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010.
- Estrada, E., A.D. Yen, y J. Villarreal. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 75: 73-85.

- Foley, M.E. 2001. Seed dormancy: an update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Sci.* 49, 305-317.
- Keating, R. C. 1970. Comparative morphology of Cochlospermaceae. II. Anatomy³⁵ of the young vegetative shoot. *Amer. J. Bot.* 57: 889-898.
- INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. 170 p.
- Jáuregui, D., L. García; P. Torrecilla y M. Lapp. 2012. Caracterización anatómica de los órganos vegetativos de *Oxycarpha suaedifolia* S. Blake (Asteraceae), especie endémica de la planicie xerofítica costera del estado Falcón (Venezuela). *Ernstia* 22: 61-77.
- Jurado, E., Westoby, M., 1992. Germination biology of selected Central Australian plants. *Australian Journal of Ecology.* 17: 341-348.
- Magurran, A. 2004. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 p
- Metcalfe, L.R. & L. Chalk. 1957. Anatomy of the dicotyledons. Oxford, University Press. Londres.
- Poppendieck, H.H. 1980. A monograph of the Cochlospermaceae. *Bot. Jahrb. Syst* 101(21) 191-265.
- Poppendieck, H.H. 1981. Cochlospermaceae. *Flora Neotropical Monograph.* (27): 1-34.
- Sousa Pereira, D., M. Sousa Pereira y A. M. Esmeraldo Bezerra. 2013. Efeito da luz e da temperatura na Germinacao de sementes de *Choclospermum vitifolium* (Will.) Spreng. *Floresta e Ambiente* 20 (3): 391-397.
- Sprague, TA. 1921. A revision of *Amoreuxia*. *Bull. Mise. Inform.* 1922: 97-105.

terBrack, C. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179.

Velazco Macías, C. G. 2009. Flora del estado de Nuevo León, México: Diversidad y Análisis Espacio-Temporal. Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Tesis doctoral, 218 pp.

Villarreal-Quintanilla, J. A. y E. Estrada-Castillón. 2008. Listados florísticos de México. XXIV. Flora de Nuevo León. Instituto de Biología. UNAM. 153pp.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Planta de *Amoreuxia wrightii* A. Gray., “Botón de oro” con flores y frutos inmaduros, en el Complejo Siderúrgico Ternium Pesquería, Nuevo León (23 de junio 2014).



Frutos maduros de *Amoreuxia wrightii* A. Gray.



Muestreos de vegetación asociada a *Amoreuxia wrightii* A. Gray.



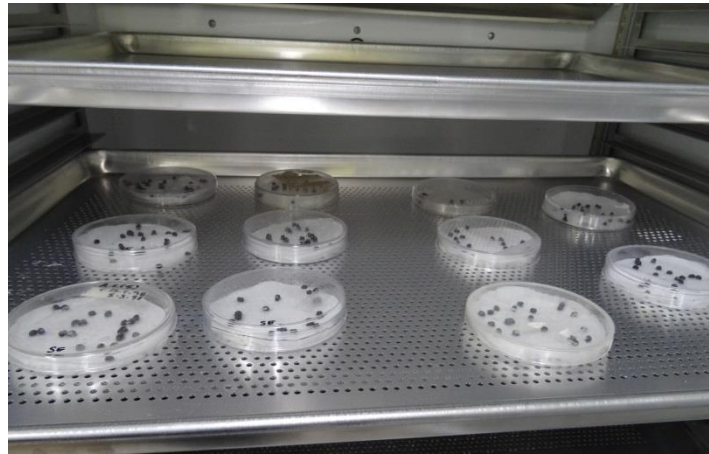
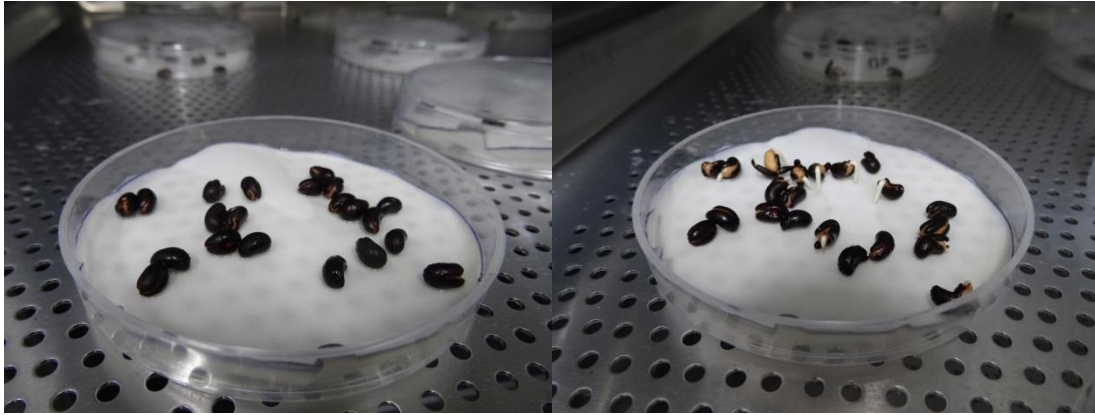
Toma de muestras de suelo donde crece *Amoreuxia wrightii*, para su posterior análisis en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales



Análisis de suelos, donde se desarrolla *Amoreuxia wrightii* A. Gray.



Colecta de semillas, para posteriores pruebas de germinación de *Amoreuxia wrightii*.



Pruebas de germinación en laboratorio de la Facultad de Ciencias Forestales