

**ESTUDIOS DE ALGUNOS ASPECTOS DE LA
BIOLOGÍA Y RIESGO DE EXTINCIÓN DE
Trianthema hecatandra R. WINGFIELD & M.F.
NEWMAN (AIZOACEAE), ESPECIE ENDÉMICA
DE LA PLANICIE XEROFÍTICA COSTERA DEL
ESTADO FALCÓN (VENEZUELA)**

Daniela Guzmán-G¹, Marlene Lapp¹, Pedro Torrecilla¹ y Robert Wingfield²

¹ Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, estado Aragua. ² Instituto Universitario de Tecnología «Alonso Gamero», Coro, estado Falcón. danielaguzmang@yahoo.com

COMPENDIO

Trianthema hecatandra es una especie endémica escasamente conocida, para la cual se reporta sólo una población, ubicada en la planicie árida costera comprendida entre las parroquias Río Seco y Mitare, del estado Falcón, a plena exposición solar o bajo la sombra de cujíes (*Prosopis juliflora*). Para ampliar el conocimiento biológico de esta especie y definir su posible estatus de amenaza, se estudiaron aspectos tales como: morfología (semilla, plántula, juvenil y adulto), germinación, evaluación de los niveles de aborto y variables referidas a la eficiencia reproductiva, así como algunos componentes poblacionales y su distribución geográfica. Se emplearon técnicas tradicionales de disección morfológica y uso del microscopio estereoscópico para el estudio de todas las fases del ciclo de vida; se efectuaron pruebas de germinación en cápsulas y semilleros con distintos sustratos; se determinaron variables de la biología reproductiva y poblacionales tales como: densidad de población, tamaño poblacional, extensión de la presencia. *T. hecatandra* es una hierba perenne, postrada, de hojas simples, opuestas \pm suculentas, de bases peciolares superpuestas; flor axilar simple, tépalos con apéndices subterminales dorsales; numerosos estambres; ovario con 4 a 8 óvulos anátropos; fruto tipo pixidio y semillas cubiertas de arilo. En los ensayos de siembra se observó un porcentaje de germinación de 44% y velocidad de germinación de 0,917 semillas/día.

Recibido: 11/10/10

Aceptado: 03/10/11

Se encontró un 26% de frutos abortados y un 25,9% de aborto de semillas; la eficiencia reproductiva natural fue del 24,66%. La población abarca un área de aproximadamente 1,28 km² de extensión de la presencia. Se estableció para *T. hecatandra* la calificación de Peligro Crítico (CR B1a + 2a), de acuerdo con los criterios de la UICN. Se propone una ficha resumen para ser incluida en la publicación del libro de plantas amenazadas de Venezuela.

PALABRAS CLAVE

Aizoaceae, *Trianthema hecatandra*, especie endémica, estado Falcón, conservación, riesgo de extinción.

STUDIES OF SOME ASPECTS OF BIOLOGY AND EXTINCTION RISK OF *Trianthema hecatandra* R. WINGFIELD & M.F. NEWMAN (AIZOACEAE), ENDEMIC SPECIES OF THE XEROPHYTIC COASTAL PLAIN, FALCÓN STATE (VENEZUELA)

ABSTRACT

Trianthema hecatandra is a little known endemic species, with the only population located in the arid coastal plain between Rio Seco and Mitare, Falcon State, in full sunlight or shaded cuji (*Prosopis juliflora*). To extend the biological knowledge of this species and to define its possible threat status, we studied aspects such as morphology (seed, seedling, juvenile and adult), germination, evaluation of abortion levels and variables related to reproductive efficiency, as well as some population components and the establishment of geographical distribution. Traditional techniques of morphological dissection were used and the use of a stereoscopic microscope to study all phases of the lifecycle; germination tests were carried out in capsules and seedbeds with different substrates. Variables of reproductive biology and population as population density, population size and extent of occurrence were identified. *T. hecatandra* is a perennial herb, prostrate, leaves simple, opposite, ± succulent, petiole bases overlapping, simple axillary flowers, tepals with subterminal dorsal appendages, numerous stamens, ovary with 4 to 8 anatropous ovules, fruit a pixidio with an aril. Planting trials showed 44% germination and germination rate of 0.917 seeds / day. We found 26% of aborted fruits and 25.9% of seed abortion; natural reproductive efficiency was 24.66%. The population covers an area of approximately 1.28 km² of presence. A critically rating was established for

T. hecatandra (CR B1a + 2a). We propose a short description for inclusion in the publication of the Red Book of endangered plants in Venezuela.

KEY WORDS

Aizoaceae, ***Trianthema hecatandra***, endemic species, Falcon State, conservation status, extinction risk.

INTRODUCCIÓN

Trianthema L. (Aizoaceae) se caracteriza por ser un género de hierbas anuales o perennes, con tallos generalmente postrados, muy ramificados desde la base, distribuido en los trópicos y regiones cálidas de ambos hemisferios. Comprende 17 especies en el mundo, dos de las cuales están presentes en Venezuela: ***Trianthema portulacastrum*** L. y ***T. hecatandra*** R. Wingfield & M.F. Newman (Hartmann 2008). Esta última crece en una única localidad en la planicie árida costera comprendida, entre las parroquias Río Seco y Mitare, del municipio Miranda del estado Falcón; generalmente a plena exposición solar o bajo sombra de cujíes, y de la cual se tiene un conocimiento deficiente (Wingfield y Newman 1994).

Para conservar una especie se hace necesario tener la máxima información biológica y ecológica de ella, ya que esto es la base fundamental para la definición de políticas y estrategias dirigidas a lograr su supervivencia, así como los cambios experimentados por sus poblaciones en el tiempo: reducción de individuos, fragmentación de sus poblaciones, entre otros. El punto de partida para la conservación de una especie es la definición de su posible estatus de amenaza, para lo cual la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), plantea siete categorías de riesgo de extinción, que hoy constituyen un patrón internacional. En primer lugar, debe considerarse si la especie ha sido evaluada o no (si se cuenta con información científica biológica y ecológica); de ser positiva la respuesta, se determina si los datos son adecuados o deficientes, de ser adecuados, se establece la categoría correspondiente: Extinta (EX), Extinta en Estado Silvestre (EW), Amenazada (la cual incluye a su vez tres categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC). De no contar con datos adecuados se establece como Datos Insuficientes (DD) o No Evaluado (NE) (IUCN 2010). Una vez definido el estatus de amenaza de una especie, se da a conocer en los llamados libros rojos o listas de especies amenazadas a nivel nacional y en la lista roja internacional, si es un resultado a escala global (IUCN 2010).

El Libro Rojo de la Flora Venezolana, publicado por primera vez en 2003, clasifica a los taxones según los criterios y categorías descritos por la UICN, con el agregado de dos categorías más: Extinto a Nivel Regional (RE) y No aplica (NA) (Llamozas *et al.* 2003). Sin embargo, esta valiosa iniciativa necesita ser profundizada, ya que existen especies presentes en el país, no registradas en esta obra, que podrían estar potencialmente amenazadas, así como otras que estando registradas, carecen de la información poblacional y biológica adecuada para precisar correctamente su grado de amenaza; un ejemplo de lo cual es el caso de estudio que aquí nos ocupa.

El riesgo de extinción de una especie puede evaluarse según ciertas características que la identifiquen en su entorno, tales pueden ser: baja capacidad de dispersión a nuevos ambientes, baja variabilidad genética, susceptibilidad ante especies invasoras, distribución geográfica restringida, tamaños poblacionales pequeños, densidad poblacional baja (Díaz 2009), entre otros aspectos biológicos y poblacionales, además de la identificación de amenazas antrópicas específicas.

El estudio de los endemismos es importante debido a que la mayoría de estas especies se encuentran geográficamente aisladas y por tanto están sujetas con frecuencia a eventos que podrían poner en peligro su supervivencia (Llamozas *et al.*, 2003). *T. hecatandra*, si bien no está aislada, su limitada distribución la hace susceptible, por lo que es necesario aportar conocimientos sobre la biología y características poblacionales de esta especie, a fin de establecer su posible estatus de amenaza y suministrar información útil para el seguimiento de las poblaciones, así como para futuros planes de propagación *ex situ* o de reintroducciones a su ambiente natural. Los resultados obtenidos en la presente investigación se expresan en una ficha de riesgo de extinción, que se propone como modelo a seguir para la publicación de futuras ediciones del libro rojo de la flora venezolana.

MATERIALES Y MÉTODOS

REVISIÓN DE HERBARIOS, LITERATURA Y COLECCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

Se revisaron los herbarios VEN, MY y CORO y la literatura especializada, a fin de establecer las épocas de floración y fructificación (lo cual establece las fechas adecuadas para las colecciones de campo), al igual que la distribución geográfica de la especie estudiada, así como sus características morfológicas,

formación vegetal en la que habita la especie y cualquier otro aspecto de interés. A partir de la información obtenida, se definió el área para la realización de las colecciones de material vegetal y los estudios poblacionales.

CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL Y ASPECTOS ECOLÓGICOS

Se estableció la ubicación geográfica de la población mediante el empleo del sistema GPS (Global Positioning System). Se estudió la población, cuantificando: la distancia entre individuos mediante el uso de cinta métrica, la densidad poblacional (para un área de 10.000 m²), el tamaño poblacional (extensión de la presencia por la densidad poblacional) y se caracterizó de forma cualitativa el patrón de distribución espacial, considerando los tres tipos básicos de patrones de distribución espacial: regular o uniforme, aleatorio y agregado; tomando en consideración la distribución de los individuos en el terreno respecto unos de los otros (Chapman 1976).

Para establecer la extensión de la presencia, se estimó el área de la poligonal más pequeña posible, que abarcara toda la zona donde se encontraran plantas de la especie; dicha área se determinó a partir de los datos suministrados por el kilometraje del vehículo desde donde se comenzó a detectar la presencia de la especie hasta donde dejó de verse; ajustados mediante la utilización del programa en línea «Google Earth», que proporciona una medición bastante aproximada de la extensión, definiendo la poligonal con los datos GPS.

Se describieron las condiciones del hábitat en cuanto a: tipo de formación vegetal, exposición solar de las plantas, cuantificación de la radiación solar, humedad relativa, temperatura ambiente y del suelo y caracterización del sustrato. Para definir el tipo de formación vegetal se describió la fisonomía de la vegetación, biotipo predominante y condiciones ambientales imperantes. Las mediciones de radiación solar se realizaron empleando un sensor lineal modelo «AccuPAR Linear PAR/Lai Ceptometer LP-80», la temperatura ambiente y la humedad relativa se obtuvieron mediante un termohigrómetro modelo «Dickson TH300», y la temperatura del suelo se tomó a aproximadamente 15 cm de profundidad mediante un termómetro de suelo.

El sustrato se caracterizó a través de análisis de fertilidad química, salinidad y distribución de tamaños de partículas, para lo cual se tomó una muestra de los primeros 40 cm de suelo; posteriormente se llevó al laboratorio del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, para su análisis.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA SEMILLA

La información obtenida permitirá el reconocimiento de las semillas de la especie en estudios de bancos de semilla en el suelo que deberían llevarse a cabo en futuras evaluaciones y seguimiento de las poblaciones. Se obtuvo una muestra de 100 semillas a partir de los frutos colectados en el campo, provenientes de distintas plantas elegidas al azar en la población. El tamaño de las semillas se determinó midiendo el largo, ancho y espesor de cada uno de los elementos de la muestra, estableciendo posteriormente el promedio y amplitud de variación (Ubierno 2003), para ello se utilizó el ocular micrométrico acoplado a un microscopio estereoscópico marca «Leica MZ6». Para definir las formas de las semillas y la textura de su superficie se siguió a Stearn (2005). El color de las mismas se designó mediante el uso de la carta de colores de suelo Munsell (Munsell Color Company 1992).

Para el arilo de la semilla, se determinó la presencia de almidón, lignina y grasa; para ello se efectuaron secciones a mano alzada del arilo, de éstas se escogieron los cortes más finos, a fin de realizar pruebas para la determinación de las sustancias referidas. Se determinaron cambios de color, colocando en los respectivos cortes: 1) una gota de IKI acuoso, para el contenido de almidón (tiñe a azul marino), 2) una gota de Floroglucinol 1%, para el contenido de lignina (coloraciones rojo a violeta) y 3) una gota de Sudan III en alcohol 80%, para el contenido grasa (color naranja brillante).

CARACTERIZACIÓN DE LA GERMINACIÓN, EMERGENCIA Y ESTUDIO DE LA MORFOLOGÍA DE LAS PLÁNTULAS, JUVENILES E INDIVIDUOS ADULTOS

Es necesario poder identificar las plántulas de la especie a fin de evaluar el replantamiento natural de la misma. Por otra parte, el comportamiento de la especie en germinación y emergencia es de gran importancia para programas de propagación *ex situ* con fines de conservación y reintroducción. Previa escarificación de las semillas y su tratamiento con Vitavax para evitar el ataque de hongos, se realizaron dos tipos de ensayos, ambos bajo condiciones semicontroladas: a) Siembra en cápsula: debido al reducido número de semillas obtenidas de *T. hecatandra*, se sembraron cinco semillas por cápsula, con cinco repeticiones. Las semillas fueron sembradas sobre papel higiénico blanco y sin olor. Posteriormente las cápsulas se colocaron en una cámara de germinación con 12 horas de luz y con aplicaciones regulares de agua destilada (cada cinco a siete días); b) Siembra en semilleros: se emplearon semilleros plásticos de 52 cm de largo por 25 cm de ancho, que cuentan con 162

compartimientos. Se sembraron un total de 30 semillas; 10 de ellas en sustrato de turba más humus de lombriz en proporción 1:1, y 20 se colocaron directamente en suelo de la localidad. Todas a una profundidad no mayor de 2 mm. Los semilleros fueron colocados bajo la sombra de un cují (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC), protegiéndolos de las lluvias con plástico transparente y regándolos a razón de una a tres veces diarias.

Se tomó como tiempo de inicio para la germinación (en ensayos de cápsulas), el que transcurrió desde la fecha de siembra hasta que la radícula rompió la cubierta seminal (Monterrey 1993), mientras que el tiempo para la emergencia se consideró (en los ensayos de semillero) como el transcurrido desde la fecha de siembra hasta el momento que aparece la plúmula sobre el sustrato (Yépez y Arboleda 2009). La duración de la germinación, se definió como el período transcurrido desde la emergencia de la radícula hasta el surgimiento total de la plúmula (Monterrey 1993). Para indicar el tipo de germinación se utilizó la clasificación de Duke (1965). La fase plantular se consideró como el lapso de tiempo que va desde la emergencia total de la radícula y la plúmula hasta la aparición de estructuras distintas a las presentes en el embrión, en este caso la primera hoja diferente a los cotiledones (Monterrey 1993).

Se realizaron observaciones sobre la germinación, emergencia y la morfología de las plántulas, individuos juveniles y adultos, mediante el uso de un microscopio estereoscópico «Leica MZ6».

En cápsulas, se determinó el momento de emisión de la radícula, el tiempo, porcentaje, tipo y velocidad de germinación, y en semilleros, se evaluó el tiempo porcentaje y velocidad de emergencia. El porcentaje de germinación se obtuvo mediante el conteo diario del número de semillas germinadas hasta los 30 días, y se estableció como la proporción total de semillas germinadas sobre el número total de semillas sembradas. El porcentaje de emergencia se determinó mediante el conteo diario del número de plántulas emergidas del suelo hasta los 30 días. La velocidad o tiempo medio de germinación se calculó según la siguiente fórmula (Maguire 1962, citado por Sánchez-S. *et al.* 2006):

$$M = \sum \frac{n_i}{t}$$

Donde:

M= velocidad de germinación

n_i = número de semillas germinadas al i-ésimo día

t = tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

La fórmula anterior fue ajustada para el cálculo de la velocidad o tiempo medio de emergencia, donde se utilizaron los eventos de emergencia en lugar de los de germinación.

Para la descripción morfológica de las plántulas y juveniles, se efectuaron observaciones de plántulas desde el momento del inicio de la fase plantular, tanto en cápsulas como en semilleros, hasta las primeras etapas de la fase juvenil (Parra 1984). Se evaluó el desarrollo general de la plántula e individuo juvenil, tomando datos de: longitud de raíz, longitud del hipocótilo; largo, ancho y apertura de los cotiledones, longitud del epicótilo y largo y ancho del primer protofilo, así como el color de cada una de las estructuras. La altura de la plántula se midió desde el ápice de la plúmula hasta el cuello de la raíz; la longitud de la raíz se midió desde el cuello hasta el ápice de la raíz principal. Las mediciones de altura, largo y ancho se realizaron con un papel milimetrado plastificado y el grado de apertura de los cotiledones se estableció con el uso de un transportador.

A partir del material colectado en campo y de las muestras de herbario, se procedió a observar y describir morfológicamente la especie a nivel del individuo adulto, realizando disecciones botánicas.

Con respecto a la terminología y referencias de formas se siguió a Stearn (2005), y se usó la carta de figuras simétricas planas de la Asociación Internacional de Taxónomos («Systematics Association Committee for descriptive Biological Terminology», Stearn 2005). Para la determinación de los colores se utilizó la carta de colores de la Royal Horticultural Society (Konerup y Wanscher 1983).

NIVELES DE ABORTO Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA

En campo se colectaron de 50 a 100 botones florales maduros, preservándolos en alcohol isopropílico (70%) y de 50 a 100 frutos maduros, guardados en bolsas de papel. Luego de contadas las semillas, éstas se introdujeron en bolsas de papel y se conservaron en una nevera a 10°C.

A partir del conteo directo del número de óvulos en 50 flores y número de semillas en 50 frutos maduros, se determinaron las siguientes variables: número de óvulos/flor, número de semillas/fruto, porcentaje de semillas abortadas, porcentaje de semillas producidas y la relación semilla/óvulo; esto se realizó siguiendo la metodología de Ramírez (1992). La relación semilla/óvulo se calculó como el cociente del número de semilla-fruto/número de óvulos-flor.

El cálculo de la eficiencia reproductiva natural se realizó siguiendo a Ramírez (1992). Sin embargo, debido a que las flores de *T. hecatandra* se presentan

solitarias, se consideró para el cálculo de este parámetro a la flor como unidad reproductiva, utilizando los valores promedio de cada una de las estructuras reproductivas de la siguiente forma:

$$Ef = \frac{\text{semillas totales por fruto} - \text{semillas abortadas por fruto}}{\text{óvulos por flor}} \times 100$$

Cabe destacar que la ausencia de datos que involucren el aborto de flores y frutos puede traer como consecuencia que se sobreestime la eficiencia reproductiva en la especie bajo estudio, debido a la alta probabilidad de aborto de flores y frutos que se puede presentar en los individuos, principalmente si se encuentran sometidos a algún tipo de estrés o a recursos limitantes (Ramírez 1992).

A fin de determinar la asignación de biomasa, se estableció para 30 flores el peso seco de sus distintos verticilos (brácteas, tépalos, gineceo y androceo). Con los datos obtenidos se estimó la inversión de recursos en las estructuras femeninas, masculinas y de atracción y soporte. A su vez se siguió a Raimúndez-U. y Ramírez (1998) para la determinación de las relaciones de biomasa femenina/biomasa masculina y biomasa sexual/biomasa vegetativa, a fin de estimar la inversión relativa de recursos en las distintas funciones florales.

Para el conteo de polen se utilizó el protocolo de Dafni *et al.* (2003), tomando 10 repeticiones de 15 flores en anthesis. Con la ayuda de un microscopio óptico «Nikon Eclipse 2000», se contabilizaron todos los granos de polen encontrados en cada cuadrante de cada cámara, realizando dos mediciones por repetición y aplicando las fórmulas contenidas en el protocolo correspondiente a fin de establecer el número promedio de granos de polen por flor

CALIFICACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN

Se analizaron los criterios considerados por la IUCN (2010), tomando en cuenta para cuáles de ellos se podía generar información en el presente estudio; seleccionándose los criterios: Rango geográfico en la forma de extensión de la presencia (B) y Poblaciones muy pequeñas o restringidas (D). Una vez concluida la fase de generación de datos, se procedió a aplicar los criterios referidos, a fin de establecer la categoría que correspondía a la especie bajo estudio. Por otra parte, tal como lo señala la IUCN, debe considerarse la opinión experta al momento de decidir entre distintas alternativas de categorías de riesgo de extinción. En este sentido, la información generada del estudio de la biología y hábitat de la especie (sobre todo lo referido a intervención antrópica y eficiencia

reproductiva de la especie), permitió emitir un juicio experto para reforzar la selección de la categoría correspondiente. Con toda la información generada en el trabajo y los resultados de la aplicación de los criterios de la IUCN, se elaboró una ficha de riesgo de extinción, que representa un modelo a seguir para la sustentación de las calificaciones en el Libro Rojo de la Flora Venezolana.

Tomando en cuenta que el presente es el primer estudio de esta naturaleza para la especie *Trianthema hecatandra*, así como el hecho que en la publicación original no se especifica la extensión de la presencia de la misma, ni es posible reconocer a la especie en fotografías aéreas o satelitales de épocas anteriores, no se cuenta entonces con datos históricos que permitan establecer la dinámica poblacional, por lo que no fue posible aplicar algunos de los criterios planteados por la IUCN; tal es el caso de todo lo referente a disminuciones de extensión de área ocupada o de tamaño de las poblaciones. Tampoco se estableció como objetivo la realización de análisis cuantitativos para la estimación de probabilidades de extinción, por lo que no se aplicó el criterio E.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basados en la exhaustiva exploración de campo realizada, la consulta a especialistas de la región, la revisión de herbario, bases de datos y la consulta de la literatura especializada, se determinó que la especie *Trianthema hecatandra* se restringe a una única localidad, donde los individuos conforman una sola población, ubicada en la planicie árida costera comprendida entre las parroquias Río Seco y Mitare, del municipio Miranda del estado Falcón, área con una densa presencia de poliductos de la industria petrolera PDVSA. Las características de dicha localidad, se señalan en la ficha de estatus de riesgo de extinción (Fig. 1).

La semillas de *T. hecatandra* (Fig. 2A) presentan forma orbicular a coclear, con un promedio de 1,38 mm de largo, 1,29 mm de ancho y 0,97 mm de espesor. Hilo de forma de cuña hundida y en posición subapical al igual que el micrópilo. Testa negra, faveolada a lisa, brillante y de consistencia dura, generalmente cubierta en su totalidad por un arilo color granate moreno claro (00918/3), y que en las pruebas histoquímicas presentó reacción positiva al almidón y ligeramente positiva a la grasa. En su interior presenta un endospermo farinoso de color blanco y cotiledones color gris celeste pálido (449/3). El peso de 50 semillas fue en promedio de 66,7 mg (Tabla I).



Esta especie presenta, en su semilla, un arilo compuesto fundamentalmente por almidón y una pequeña cantidad de grasa, y requirió de escarificación, lo que

lleva a preguntarse si las semillas pueden ser dispersadas por hormigas, tal como ha sido señalado para otras especies de plantas (Culver y Beattie, 1980); sin embargo, no se realizaron en campo observaciones al respecto. Se observó dificultad en la emergencia de la radícula a través del micrópilo (Fig. 2C). Con el desarrollo de la plántula emerge el hipocótilo, generalmente recto y de colores variables, siendo más frecuente el verde (000658/3) hasta el blanco, con ciertos tonos rojizos. Surgen abundantes pelos radicales a medida que la radícula crece y horas después de la germinación los cotiledones son de color verde (860/1) en el haz y rojo rosa (724) a verdoso en el envés, emergiendo sobre el sustrato, abandonando generalmente la cubierta seminal; de no hacerlo la plántula muere. Lo anterior indica una germinación fanerocotilar epigea.

Las diferencias encontradas entre el tiempo de germinación, porcentaje de germinación y velocidad de germinación en cápsulas y las variables de emergencia en semilleros (Tabla II), indican que esta especie posiblemente afronte dificultades para su propagación sexual, ya que a pesar de alcanzar porcentajes medios de germinación en cápsula (44%), en semillero emergió una sola semilla (1,7%) (en sustrato de la localidad), muriendo dicha plántula pocos días después de la emergencia. Por otro lado, a pesar de la escarificación realizada a las semillas, se observó en la mayoría de las germinadas en cápsulas una marcada dificultad para desprenderse de la cubierta seminal, impidiendo ésta la adecuada emergencia de la radícula y del resto de la plántula, afectando el desarrollo normal de la misma, y en ocasiones, su muerte. Las plántulas que abandonaron sin problemas la cubierta seminal, en su mayoría se desarrollaron muy rápido, pudiendo a menos de 10 días de la germinación presentar su primer protófilo y entrar en la fase juvenil. Tampoco fueron exitosas las experiencias de trasplante de plántulas o de juveniles desde las cápsulas al sustrato de la zona correspondiente (salino), ni al sustrato no salino (turba + humus de lombriz en proporción 1:1).

La homogeneidad morfológica de las plántulas y juveniles de *T. hecatandra* según su edad, dependió de la liberación de la plántula de la cubierta seminal (Figs. 3A y B), observándose cierta semejanza en dos grupos: las que abandonaron rápidamente la cubierta y las que no lo hicieron. Por lo general, las plántulas con dificultad en su desarrollo perdieron la raíz principal por pudrición, emergiendo del cuello una o dos raíces secundarias. El resto de los individuos presentaron cierta variabilidad al respecto; observándose plántulas y juveniles en los que la raíz principal llegó a crecer más de 13 cm, con hasta tres raíces secundarias, mientras que en otros la raíz principal se pudre entre los 5 y 10 cm, presentándose más de cinco raíces secundarias sobre la misma (Fig. 3C y 2D).

Las características morfológicas del individuo adulto de *T. hecatandra* se ilustran en la Fig. 4. Siendo una hierba postrada, con tallos estoloníferos de color rojo claro (00823/3) a verde claro (860/3) (formando esteras casi circulares). Hojas simples, opuestas de pares desiguales, de forma orbiculares a ovadas; ±

<i>Trianthema hecatandra</i> Wingf. et M.F. Newman	
	
Aspectos Poblacionales	
	Ubicación geográfica: N 11°20'20.73'' O 70°09'55.07''. parroquia Mitare, municipio Miranda, estado Falcón. A 7 km del caserío Río Seco. (EVALUADA).
	Altura: 27 msnm
	Datos climatológicos de la zona evaluada:
	T_{max}: ≥41°C T_{min}: 23°C
	Ppa: 442 mm P_{max}: 839 mm P_{max}: 839 mm
	Radiación: 1950 mmolm ⁻² s ⁻¹ (13:39 horas)
	HR: 54% (13:40 horas) T_{aire}: 33°C (13:40 horas) T_{suelo}: 24°C (8:53 horas)
	Características del suelo:
Textura: Fa pH (1:1 agua): 7,83	
%MO: 0,33 CE (dS/m): 2,490	

Descripción: Lomas bajas áridas costeras. Vegetación típica de desierto costero, avistándose cujíes (<i>Prosopis juliflora</i>), urupagüita (<i>Castela erecta</i> Turpin), <i>Gomphrena albiflora</i> Moq., <i>Sesuvium edmonstonei</i> Hook. f., y <i>Trianthema hecatandra</i> , alrededor de cauces secos y sobre suelo desnudo y firme.		
Extensión de la presencia: 1,28 km ²	Densidad de la población: 120 ind/ha	
Tamaño de la población: 15.360 individuos	Patrón de distribución espacial: Aleatorio	
Características morfológicas		
Semilla: Entre 1,2 y 1,4 mm de diámetro, cubierta seminal dura; dificultad en la germinación. Requiere escarificación. Presencia de arilo compuesto por almidón y una pequeña porción de grasa.	Porcentaje de germinación: En cápsulas de Petri: 44%	
Plántulas: En su mayoría, dificultad en la emergencia de la radícula a través del micrópilo (atraso en el desarrollo y/o muerte). Plántulas sin dificultad de emergencia, muestran un rápido desarrollo (menos de 10 días después de la germinación). Producción de raíces secundarias antes de los 10 días después de la germinación.		
Individuo adulto: Presencia de tallos estoloníferos, ubicado tanto a plena exposición solar como bajo sombra de cujíes (<i>P. juliflora</i>), donde por lo general, forma colonias bastante grandes, en cauces de quebradas secas.		
Biología reproductiva		
% Semillas abortadas: 25,9%	% Óvulos abortados: 75,34	Eficiencia reproductiva natural: 24,66%
Semilla/Óvulo: 0,25	Polen/Óvulo: 5.342,6	
Inversión principal de materia y energía: En estructuras de soporte y atracción (tépalos), y en estructuras masculinas.		
Clasificación de la especie		
B1: Extensión de la presencia < 100 km ² a: Severamente fragmentada o # localización =1		Estatus: EN PELIGRO CRÍTICO CR B1a + 2a
B2: Área de ocupación < 10 km ² a: Severamente fragmentada o # localización =1		
Criterio: B1a+2a Categoría: En Peligro Crítico		

Fig. 1. Ficha de riesgo de extinción de *Trianthema hecatandra*.

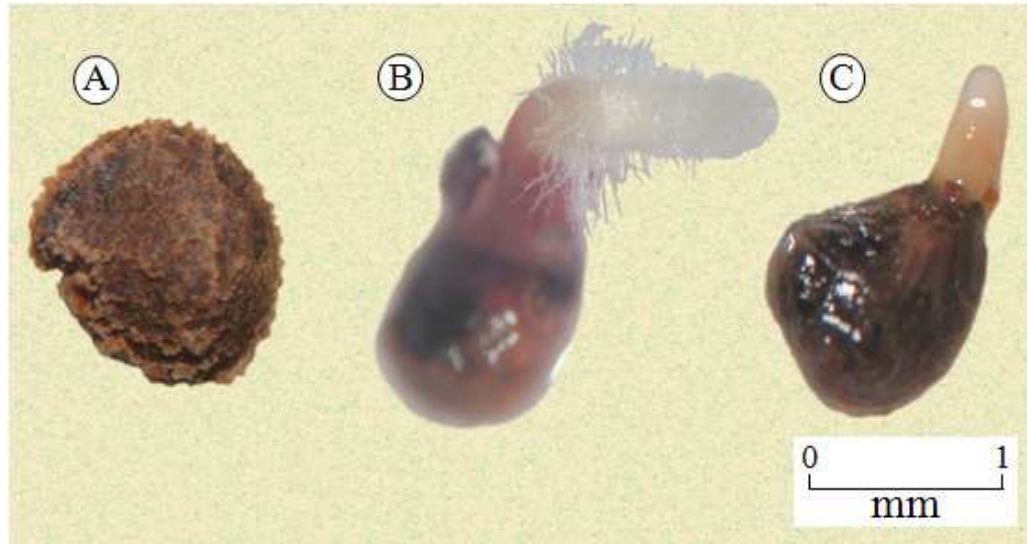


Fig. 2. Semilla y fase de germinación en *Trianthea hecatandra*. A. semilla; B. rápida liberación de la cubierta seminal; C. dificultad en la liberación de la cubierta seminal.

Tabla I. Características de las semillas de *Trianthema hecatandra*.

CARACTERÍSTICAS SEMILLAS		
Tamaño (mm)	Largo	1,29 ± 0,32
	Ancho	1,38 ± 0,45
	Espesor	0,97 ± 0,28
Peso (mg)		66,68 ± 7,08
Forma		Orbicular a Coclear
Hilo	Forma	Cuña hundida
	Posición	Subapical
Posición del Micrópilo		Subapical
Arilo		Presente
Cubierta Seminal	Color	Negro
	Brillo	Brillante
	Consistencia	Dura
	Textura	Faveolada a lisa
Endospermo	Presencia	Presente
	Color	Blanco
Cotiledones	Color	Gris celeste a blanco (449/3)

Tabla II. Valores promedios de las variables estudiadas en los ensayos de cultivo de *Trianthema hecatandra*, tanto en cápsulas como en semilleros, desde la siembra hasta 30 días después de la germinación.

GERMINACIÓN						
Tiempo para la Germinación (días)		Porcentaje de Germinación		Velocidad de germinación (Semillas/día)		
Emergencia (días)		Emergencia				
Cápsulas	Semilleros	Cápsulas	Semilleros	Cápsulas	Semilleros	
1	34	44	1,7	0,917	0,029	
PLÁNTULAS Y JUVENILES						
Variable	Cápsulas					
	Días después de la germinación					
	5	10	15	20	25	30
Largo Raíz (mm)	4,9	17	25,4	28	28,2	28,3
Largo Hipocótilo (mm)	3,6	4,4	4,7	5,1	5,1	5,1
Separación Cotiledones (grados)	102,5	115	117,5	122,5	148,8	148,8
Largo Cotiledones (mm)	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Largo 1er Protofilo (mm)	0,6	0,9	1	1,4	2
Ancho 1er Protofilo (mm)	0,5	1	1,3	1,5	1,8
Altura (mm)	5	6,1	6,3	6,7	6,7	6,7

suculentas, glabras, de color verde helecho claro (o862/₃a₂), verde parís (58/₃) hasta verde amarillo ámbar pálido (505/₃), por lo general con márgenes rojo rosa (724); venación pinnada camptódroma; base foliar cuneada; ápice obtuso, retuso a apiculado; base de los pecíolos superpuestas. Flor solitaria, axilar; un par de pequeñas brácteas dispuestas de forma opuestas en la base de la flor; homoclamídea; tépalos de color blanco a rosa rodamina pálido (527/₃), con apéndices subterminales dorsales de color verde helecho (o862/₁); pentámera; actinomorfa. Estambres anisodínamos, numerosos (de 60 a 100), dispuestos en varios verticilos, libres entre sí y de la corola; filamentos y anteras blancas, dítecas y abriéndose hacia dentro por dos hendiduras longitudinales. Ovario súpero, oblongo, redondeado en la base, con el estilo curvándose a un lado de la flor y extendiéndose más allá de las anteras, tricarpelar, sincárpico, unilocular; cuatro a ocho óvulos anátropos, de placentación parietal. Fruto tipo pixidio. Semillas de forma orbicular a coclear, con cubierta seminal dura, negra brillante y de textura faveolada a lisa, arilo conformado por almidón y en menor proporción, grasa; color granate moreno claro (oo918/₃), generalmente revistiendo la semilla entera; albumen blanco y farinoso; embrión curvo y grande.

Estas plantas muestran una expansión en crecimiento más o menos circular, observándose el mismo fenómeno de otras especies rastreras perennes, en las cuales el centro del individuo va muriendo, evidenciando un patrón de crecimiento en anillo (Wingfield y Newman, 1994); siendo curioso el hecho de que los individuos bajo la sombra de los cujies y mejores condiciones de humedad en los cauces de quebradas, aunque alcanzaban mayor diámetro, no mostraban la muerte del área central, como era común observar en individuos, incluso de menor diámetro, a plena exposición solar, posiblemente debido a las condiciones más extremas de su microhábitat.

En cuanto a la biología reproductiva (Tabla III), se observó una alta relación polen/óvulo, lo que según Cruden (1977) la califica como planta xenógama. Se contabilizó un promedio de cinco óvulos por flor y una semilla por fruto. El aborto de óvulos suele ser una estrategia energética, pues es más conveniente que el aborto ocurra a nivel de flores y óvulos, de modo que no se malgaste energía en el desarrollo de frutos y semillas que posteriormente aborten, siendo esto posiblemente una selección a favor de la calidad de la progenie a expensas del aborto a nivel de óvulos (Hokche-D y Ramírez 2006). Ésto se corrobora al comparar el porcentaje de aborto de semillas con respecto al porcentaje de aborto en óvulos, donde este último resultó mucho mayor. Se presentó también una baja eficiencia reproductiva, así como una baja relación semilla/óvulo. Todo lo cual permite inferir que esta especie presenta una baja producción de semillas,

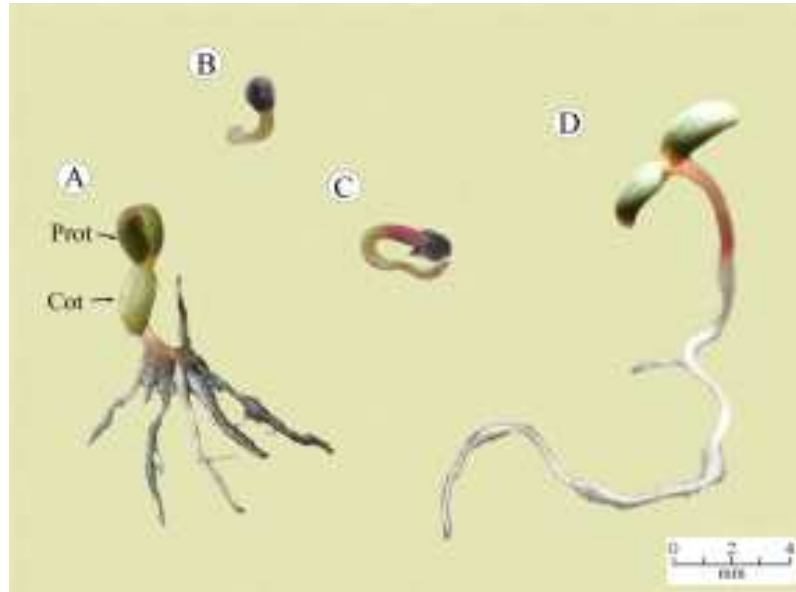


Fig. 3. Fases de plántula y juvenil en *Trianthema hecatandra*. A. pérdida de la raíz principal. B. dificultad en la liberación de la cubierta seminal. C. rápida liberación de la cubierta seminal. D. raíz principal sana. Prot = protofil, Cot = cotiledón.

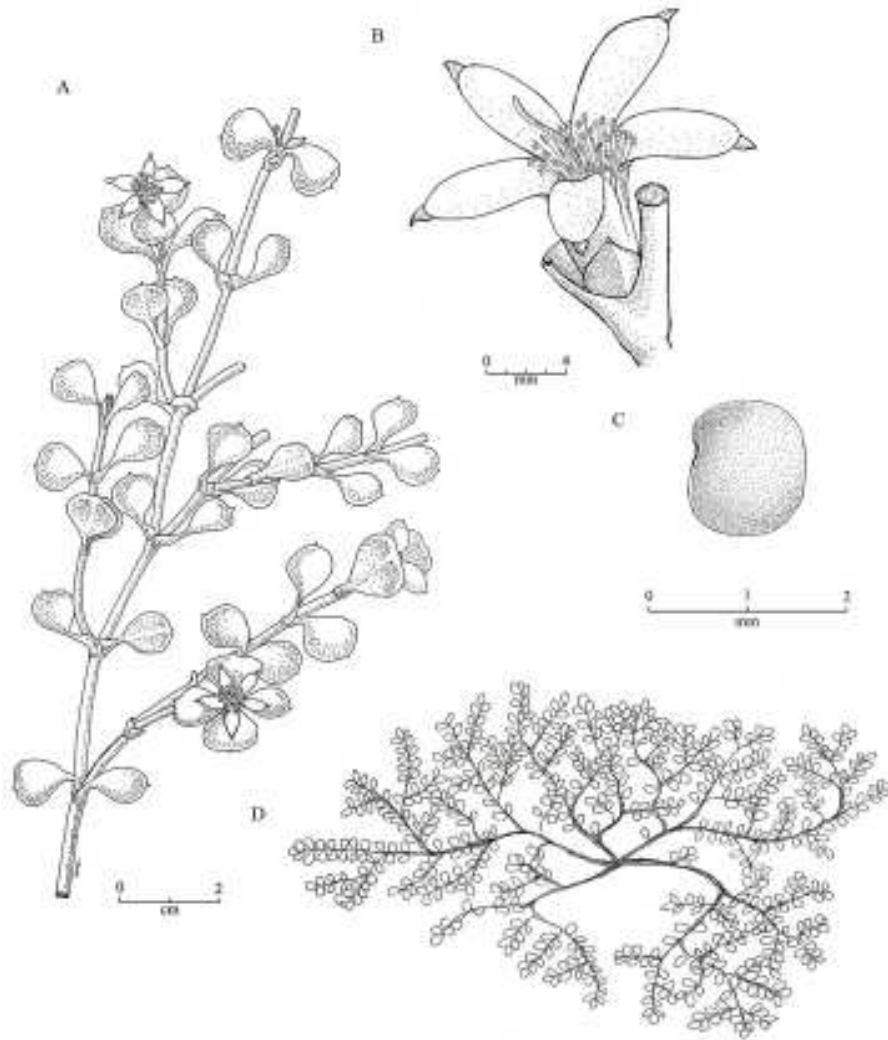


Fig. 4. Individuo adulto de *Trianthema hecatandra*. A. detalle del biotipo. B. flor, mostrando numerosos estambres. C. semilla. D. biotipo.

comprometiendo su propagación sexual. Con respecto a la asignación de biomasa, se presentó mayor inversión en la atracción y soporte, así como una ligera tendencia a la inversión en la función masculina. Esto, aunado a la ya señalada alta relación polen/óvulo, nos indica que posiblemente esta especie también sea alógama.

Es necesario considerar que *T. hecatandra* presenta niveles relativamente bajos de eficiencia reproductiva, manifestada en: una baja producción de óvulos por flor (de los cuales poco más del 75% abortan), un promedio de dos semillas por fruto (una aborta) y baja tasa de germinación; factores éstos que hacen difícil su propagación sexual, lo que posiblemente implica que esta especie depende fundamentalmente de la propagación vegetativa y por ende la variabilidad genética de la población puede estar comprometida.

Por otro lado, al analizar su estado de amenaza, basados en los criterios de la UICN (2010), se encontró que la población de esta especie se extiende en un área de aproximadamente 1,28 km², por lo cual aplica para el criterio B (Rango geográfico) en la forma de Extensión de la Presencia (B1) y en la forma de Área de Ocupación (B2), para la categoría de En Peligro Crítico, que incluye aquellas especies cuya población no supera los 100 km² de extensión de presencia y los 10 km² de área de ocupación (aunque no cuantificamos el área de ocupación, al tener la única población sólo 1,28 km², necesariamente entra en la referida categoría); así como la opción «a» referida a hábitat severamente fragmentado o número de localizaciones, siendo que esta especie presenta una única localización, definida por la amenaza antrópica expresada en la construcción de poliductos de la industria petrolera PDVSA, lo que la ubica igualmente en la categoría de En Peligro Crítico. Respecto al criterio D (Poblaciones muy pequeñas o restringidas), se aplica la opción «2» en cuanto existe una sola localización, definida anteriormente; esto ubica a la especie en la categoría Vulnerable. Los criterios de la UICN establecen que cuando aplica más de un criterio, asignándole más de una categoría de amenaza a la especie en cuestión, se debe seleccionar la categoría de mayor amenaza. Por otra parte, los datos obtenidos en relación a la baja eficiencia reproductiva y bajo porcentaje de germinación en cápsula y de emergencia en sustrato, refuerzan la preocupación respecto a las posibilidades de supervivencia de la especie. Así mismo, siendo una especie cuya única población habita un área extremadamente seca, es susceptible de verse afectada a futuro por el previsible aumento de las temperaturas debido al fenómeno del Calentamiento Global, a pesar de estar bastante bien adaptada a condiciones xéricas, ya que las condiciones actuales

son de por sí muy extremas (Gabaldón 2008). Por todo esto, a *T. hecatandra* le corresponde la categoría de En Peligro Crítico, fundada en los criterios: B1a+B2a (CR B1a + 2a).

CONCLUSIÓN

Tomando en consideración la reducida extensión de la presencia y del área de ocupación de *T. hecatandra*, así como el hecho de ocupar una única localidad de 1,28 km² y constituir una única población, cuyos individuos mostraron niveles medios de germinación en cápsula (44%), una baja emergencia en semillero (1,7%) y una baja eficiencia reproductiva, la calificación de riesgo de extinción que le corresponde es En Peligro Crítico. La Ficha de Estatus de Riesgo de Extinción incluida en el presente trabajo, la cual recopila toda la información pertinente, se propone como modelo para la ordenación de datos en la publicación del libro rojo de la flora de Venezuela.

AGRADECIMIENTO

Los(as) autores(as) agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento recibido para la realización del presente trabajo, a través del proyecto de Grupo N° PG-01-7487-2009/1. A José R. Rodríguez, asistente del Herbario Coro por su valiosa ayuda.

Tabla III. Características florales, niveles de aborto y relación polen/óvulo en *Trianthema hecatandra*.

INVERSIÓN DE RECURSOS EN LAS ESTRUCTURAS FLORALES		
	Brácteas	15,4
	Tépalos	163,2
Peso (mg)	Gineceo	8,4
30 Flores	Androceo	31,2
	Total	218,2
Estructuras femeninas/ Estructuras masculinas		0,27
Estructuras sexuales/ Estructuras vegetativas		0,22
NIVELES DE ABORTO Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA		
N° granos de polen por flor	28.637	
N° de óvulos por flor	5	
Relación Polen /Óvulo	5.342,82	
N° de estambres por flor	78	
	Sanas	1
N° Semillas	Abortadas	1
por fruto	Total	2
	% Aborto	25,9
Eficiencia reproductiva (Ef)	24,66	
N° Semilla /N° Óvulo	0,25	
% Óvulos abortados	75,34	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chapman, S.B. 1976. Methods in plant ecology. First edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England, U. K. 536 p.
- Cruden, R. 1977. Pollen-Ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32-46.
- Culver, D and A. Beattie. 1980. The fate of viola seeds dispersed by ants. *Amer. J. Bot.* 67: 710-714.
- Dafni, A., E. Pacini and M. Nepi. 2003. Pollen and stigma biology. *In*: Dafni, A. & P.G. Kevan. Field methods in pollination biology 83-142. Cambridge, Ontario, Canadá, Enviroquest Ltd. 758 p.
- Díaz, J. M. 2009. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Biología de la Conservación. [en línea]. [Citado: 13, diciembre, 2009]. <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=3000011>.
- Duke, J. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Ann. Missouri. Bot. Gard.* 52: 314-350.
- Gabaldón, A. J. 2008. El cambio climático y sus posibles efectos sobre Venezuela. *Humania del Sur.* Año 3, N° 4: 13-32
- Hartmann, H. 2008. Aizoaceae. *In*: Hokche-D., O., P. Berry y O. Huber. (Eds.). 191. Nuevo Catálogo de la Flora Vasculare de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. 859 p.
- Hokche-D., O. and N. Ramírez. 2006. Biología reproductiva y asignación de biomasa floral en *Solanum gardneri* Sendth. (Solanaceae): Una especie andromonóica. *Acta Bot. Venez.* 29: 69-88.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2010. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria: Version 8.0. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010. [en línea]. 33p. [Citado: 20, abril, 2010]. <http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>.

- Konerup, A. and J.H. Wanscher, 1983. Methuen Handbook of Colour. 3th edition. London, England. UK. 196 p.
- Llamozas, S, R. Duno, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber y R. Ortiz. 2003. Libro Rojo de la Flora Venezolana. PROVITA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Conservación Internacional. Caracas, Venezuela. 557 p.
- Monterrey, A. 1993. Morfología externa de plántulas de cactáceas representativas de algunos géneros presentes en Venezuela. Tesis de Grado Académico. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola. Maracay, Venezuela. 176 p.
- Munsell Color Company. 1992. Munsell Soil Color Charts. MacBeth Division of Kollmorgen Instruments Cor. Newburgh, N.Y., USA.
- Parra, P. 1984. Estudio de la morfología externa de plántulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. Rev. Fac. Agron. 8: 311-350.
- Ramírez, N. 1992. Las características de las estructuras reproductivas, niveles de aborto y semillas producidas. Acta Cient. Venez. 43: 167-177.
- Raimúndez-U., E. y N. Ramírez. 1998. Estrategia reproductiva de una hierba perenne: *Hypoxis decumbens* (Hypoxidaceae). Rev. Biol. Trop. 46: 555-565.
- Sánchez-S., J., J. Flores y E. Martínez. 2006. Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lemaire. (Cactaceae), especie amenazada de extinción. Interciencia. [en línea]. 31: 371-375. [Citado: 27, febrero, 2010].<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/339/33911610.pdf>.
- Stearn, W. 2005. Botanical latin. David and Charles, Timber Press. Oregon, USA. 546 p.
- Ubierno, P. 2003. Caracterización morfológica de semillas y plántulas de algunas especies de los géneros *Cassia* L. y *Senna* Mill. (Leguminosae), presentes en el Jardín Botánico Universitario de Maracay (JABUM), estado Aragua, Venezuela. Tesis de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola. Maracay, Venezuela. 86 p.

- Wingfield, R. and M. Newman. 1994. A new of *Trianthema* L. (Aizoaceae) from Venezuela. Kew Bulletin 49:115-117.
- Yépez, F. y M.E. Arboleda. 2009. Promoción de la emergencia en urape (*Bauhinia monandra* Kurz) y retama (*Thevetia peruviana* (Pers.) Schum.), especies potenciales para la arboricultura urbana. Bioagro. [en línea]. 21 (1): 15-22. [citado 26 Mayo 2010]. <<http://www.scielo.org.ve>>.ISSN 1316-3361.