

Descripción de una nueva subespecie de *Sedum aetnense* (Crassulaceae) del centro de España

Description of a new subspecies of *Sedum aetnense* (Crassulaceae) of central Spain

José González Granados

Botánico del Parque Regional del Sureste. Comunidad de Madrid. jggranados@movistar.es

PALABRAS CLAVE: *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov., Taxonomía, Ecología, Fenología, Parque Regional del Sureste, Aranjuez, Comunidad de Madrid, España

KEY WORDS: *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov., Taxonomy, Ecology, Phenology, Parque Regional del Sureste, Aranjuez, Comunidad de Madrid, Spain

RESUMEN

Se describe una nueva subespecie de *Sedum aetnense* Tineo (1845), nominada *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov., recolectada en el Parque Regional del Sureste, término municipal de Aranjuez, provincia de Madrid (España). Se detallan los resultados obtenidos del estudio y los trabajos de investigación que se han desarrollado durante los últimos diez años sobre algunas de las poblaciones de *Sedum aetnense* en España. Se discuten las diferencias taxonómicas con otras poblaciones próximas y se definen el hábitat, ecología, fenología y estado de conservación.

ABSTRACT

It is mentioned and described for the first time new subspecies of *Sedum aetnense* Tineo (1845) named *Sedum aetnense* subspecies *aranjuezii* nov., subspecies new gathered in Parque Regional del Sureste, municipality of Aranjuez province of Madrid. Study results obtained are detailed as well as the investigation works developed during the last ten years about colonies of *Sedum aetnense* in Spain. Taxonomic differences with close populations, habitats, ecology, phenology and state of conservation are also discussed.

Sedum aetnense Tineo in Guss., *Fl. Sicul. Syn.* 2:826 (1845). Ind. Loc.: "In lapidosis vulcanicis; Etna sotto le chuisse (Tin.)".

1. INTRODUCCIÓN

En febrero de 2001, al inventariar y herborizar la vegetación rupícola de los cortados próximos al río Jarama (en su extremo sur del Parque Regional del Sureste), término municipal de Aranjuez (Madrid), encontramos una población de una especie perteneciente al género *Sedum* que, en principio, no conocíamos en la Comunidad de Madrid, por lo que se procedió a recolectar algunos ejemplares y a identificar la especie en el laboratorio; posteriormente se comprobó que sus características fisionómicas no se correspondían exactamente con la descripción botánica de *Sedum aetnense*, iniciándose así un estudio que tiene, como principales objetivos, la distribución de la especie dentro del Parque Regional, la caracterización botánica fidedigna de los ejemplares que componen la población y la comprobación de las semejanzas y diferencias

entre ésta y otras nominales próximas, como es el caso de las que se encuentran en la provincia de Segovia.

El género *Sedum* (Crassulaceae) cuenta en España con más de 30 especies distribuidas en 16 series, conforme a los criterios seguidos por Flora Ibérica (CASTROVIEJO, 1997). *Sedum aetnense* es un taxon de distribución mediterránea que en la Península Ibérica se conoce de muy pocas localidades (LLAMAS, 1983; CARRASCO & ESTRADA, 1987; GARCÍA, 1987; RÍOS *et al.*, 1993) y está incluido en la categoría de "Datos Insuficientes" (DD) en la Lista Roja de la Flora Vasculare Española (DOMÍNGUEZ, 2000); un taxon se incluye en esta clase cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución o condición de la población (DOMÍNGUEZ, 2000) (Fig.1).

Esta singular y rara crasulácea, de coloración glauco-rojiza, está poco herborizada debido a su



Fig. 1.- Distribución de *Sedum aetnense* en Europa.
- Distribution of *Sedum aetnense* in Europe.

pequeño tamaño y a su efímero ciclo biológico. Su centro de origen, como el de toda la serie *Macrosepala*, parece estar situado en el este de la región Egea y el sur de Anatolia (HART, 1991). Aparece de forma muy local a lo largo de las montañas de la costa norte del mar Mediterráneo, pasando desde Crimea, Grecia, Albania, países de la antigua Yugoslavia y Sicilia hasta la Península Ibérica (PIGNATTI, 1982). En 2010, *Sedum aetnense* se cita como una nueva especie para la flora griega (BOURGUIGNON, 2010). TUTIN (1964) señala la presencia de *Sedum aetnense* en España, posiblemente basándose en los materiales recogidos por PAU en Sierra Nevada (I-VI-1902, MA 51793), y a los que alude el monógrafo del género FRODERSTROM (1930-1935), si bien PRAEGER (1921) no menciona este taxon (LLAMAS, 1983). PAU (1902) consideró que se encontraba ante una nueva especie del género y la describió bajo el binomen *Sedum erythrocarpum*, tal como aparece etiquetada en el MA 51793 (LLAMAS, 1983). RAYMOND-HAMET (1914) al revisar dicho pliego, lo redeterminó como *Sedum aetnense* Tineo ex Guss. var. *genuinum*, criterio que, según LLAMAS (1983), compartió posteriormente el propio PAU.

En Europa figura como especie rara o en peligro en varios países, mientras que en España solamente está citada en cinco provincias (su presencia es dudosa en algunas de ellas), a las que hay que sumar Madrid. En Castilla y León, *Sedum aetnense* es una especie protegida y figura en el Anexo III dentro de la categoría de «De atención preferente», si bien algunos autores consideran que en León esta especie se encuentra "en Peligro Crítico" (CR), es decir, consideran que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción (CASTRO *et al.*, 2006) (Fig.2).

Tras estudiar durante diez años la única población madrileña conocida hasta la fecha, se han llegado a recopilar unos interesantes resultados que pretenden mejorar el conocimiento de esta especie, y tienen como fin servir de base en futuras investigaciones que ahonden aún más en la taxonomía de este pequeño y escaso *Sedum*.



Fig. 2.- Distribución actual e histórica de *Sedum aetnense* en España.
- Current and historical distribution of *Sedum aetnense* in Spain.

En todo caso, es la primera vez que se cita el taxon de *Sedum aetnense* en la Comunidad de Madrid; sin embargo, los rasgos de la población madrileña difieren y se diferencian claramente de éste por una serie de características en su fisionomía, fenología e indicadores ecológicos que avalan la descripción de una nueva subespecie: *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov., y por consiguiente, la instauración de la subespecie nominotípica, que pasa a llamarse *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*. Los detalles se exponen en el apartado donde se puntualizan los resultados de la investigación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La descripción y la diagnosis de la nueva subespecie ha sido elaborada tras el estudio del material recolectado en la localidad típica de Aranjuez, que se encuentra depositado en el herbario del Real Jardín Botánico de Madrid con duplicados que serán enviados a diferentes herbarios, como los de los jardines botánicos de Ginebra y Kew. Se han examinado todos los pliegos de herbario de esta especie con los que cuenta la primera de las instituciones indicadas, además de ejemplares vivos procedentes de poblaciones citadas por diferentes autores, puesto que para una correcta determinación y estudio detallado de caracteres es recomendable utilizar material fresco, dado que la naturaleza crasa de este género hace que muchas de sus estructuras morfológicas características desaparezcan con el prensado y tras la desecación. También se ha consultado la base de datos del *Royal Botanic Gardens Kew* (<http://www.kew.org/collections/herbcol.html>) y del *Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem* (<http://ww2.bgbm.org/herbarium/>). Las medidas fueron obtenidas con un calibre digital electrónico marca Powerfix, modelo Z11155, con precisión de 0,02 mm y retículas milimétricas con exactitud de 1 décima de milímetro, vistas a través de una lupa

binocular Olympus SZ40, óptica con la que se realizaron las observaciones micromorfológicas. Las imágenes tomadas se han realizado con dos cámaras réflex Nikon (modelos F 100 y digital D200), con objetivos Nikon 17-35 mm y 105 mm macro. Para fotografía macro se ha utilizado el sistema TTL para el disparo con flash anular. La película utilizada ha sido Fujichrome (Provia de 100 ASA) por su calidad y fidelidad en cuanto a la reproducción de los colores del material vegetal. La cartografía se ha elaborado mediante la introducción de los datos en el Sistema de Información Geográfica tomados en campo con un equipo receptor GPS GeoExplorer 3 de la marca Trimble, que permite cartografiar puntos, líneas y áreas de forma rápida y precisa, así como registrar información de atributo personalizada sobre estas características. Una vez tomados los datos se debe proceder al volcado a través de una base controladora conectada a un ordenador. Mediante el programa GPS Pathfinder Office 2.70 se procesa toda la información y se lleva a cabo la corrección diferencial para que los errores sean menores de 1 metro. Los ficheros corregidos pasan a completarse y posteriormente se exportan en formato SIG.

Con el objeto de conseguir material vivo para el estudio de esta especie, se visitó la laguna de Siles (Jaén), en la sierra de Cazorla, Segura y Las Villas, en el mes de mayo de 2001, lugar éste donde se encuentra citada la planta. Por más que buscamos nos fue imposible hallar algún ejemplar o vestigio de este *Sedum*, aunque el viaje sirvió para constatar las diferencias de hábitat entre ambas poblaciones.

En el mes de mayo de 2002, se visitó el municipio de Zarzuela del Pinar (Segovia) con el mismo propósito, aunque en esta ocasión hubo mejor suerte y se pudieron fotografiar los ejemplares hallados, caracterizar el hábitat donde medraban, y recolectar algunas plantas. Los caracteres principales que mostraban las muestras observadas en los pliegos se mantenían constantes en los ejemplares vivos de la provincia de Segovia, lo que evidenciaba y confirmaba las acusadas diferencias con la población de *Sedum aetnense* encontrada en el Parque Regional del Sureste.

En los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2008, 2009 y 2010, se ha visitado la población segoviana cada 15 días y se han ultimado los trabajos de la investigación que en este artículo se publican. El período abarcado comprende diez años durante los cuales se ha llevado a cabo un detallado estudio morfológico, fisionómico, fenológico y ecológico de ambas poblaciones, a lo que hay que añadir un esmerado estudio de germinación y censo poblacional. Por el contrario, no se ha podido realizar un análisis genético al carecer de marcadores, esto último genera una gran dificultad e inmenso trabajo, aunque no renunciamos a efectuarlo en un futuro si se presenta la oportunidad.

Para la nomenclatura botánica se ha seguido la marcada por Flora Ibérica (CASTROVIEJO, 1997), y para la fitosociológica, la propuesta del *Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica* (WEBBER *et al.*, 2000), recogida para las comunidades de España y Portugal por RIVAS MARTÍNEZ *et al.* (2001, 2002). Los pliegos de herbario estudiados de *Sedum aetnense* Tineo son los siguientes:

Flora Bulgarica. *Sedum skorpoli* Vel. V-1908. Leg. V. Stribrny.

51814; Loc. Laguna de Siles, (Jaén). Hábitat: Suelos temporalmente encharcados. Leg. *et Det.*: Segundo Ríos & F. Alcaraz (17/05/1988).

MA 508902; Herb. Hort. Reg. Matr. LT. Segovia: Pedraza, "Las Torcas", 30TVL3052, 1110 m, en encinar con sabinas tupido y de poca altura sobre calizas, 12-IV-1987. Leg.: P. Egido & R. García.

MA 648921; Segovia: Torre Val de San Pedro, por desvío hacia Pedraza en Km 167 de la ctra. N-110, 30TVL2647, 1110 m, tomillar silíceo, 10-V-1986. Leg.: R. García y P. Egido.

MA 648917; Segovia: Veganzones, 30TVL1565, 920 m, cunetas arenosas, 20-IV-1991. Leg.: R. García Adá.

MA 648929; Herbario de las hoces del tramo medio del río Cega (Segovia). Entre el puente segoviano (Cuéllar) y el Molino Ladrón (Lastras de Cuéllar).

MA 755206; Segovia: Cuéllar, aledaños de la Casa Forestal de Fuente Macanda 30TUL9970, 850 m, pinar de *Pinus pinaster* en arenas. Leg.: Soriano Martín, C.: 18-IV-1998.

3. RESULTADOS

3.1. Descripción taxonómica

Sedum aetnense subsp. *aranjuezii* nov. (Lám. I, Fig.3,4).

Holotipus: MA822238. España, Madrid, Aranjuez, El Hinojar. UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones líquénicas y musgos, 12-III-2001. José González Granados.

Terófito glabro, papiloso y succulento; verde, glauco o rojizo, de (5)10 a 30(62) mm, unicaule o multicaule (los ejemplares ramificados presentan una tonalidad más verdosa que el resto). Todos los tallos son erectos, floríferos y de un color rojo vivo o púrpura, con surcos longitudinales y sin papilas. Sistema radicular fasciculado, más o menos desarrollado y de base rojiza. Hojas carnosas con forma de oval a ovada, de 3-5 x 1,5-3,2 mm (mayormente engrosadas en su parte media), alternas, sésiles, erectas, con la base terminada en un espolón escarioso (0,8-1,2 x 0,5-1), imbricadas que llegan a cubrir el tallo, aunque tras la fructificación las hojas caen y lo dejan al

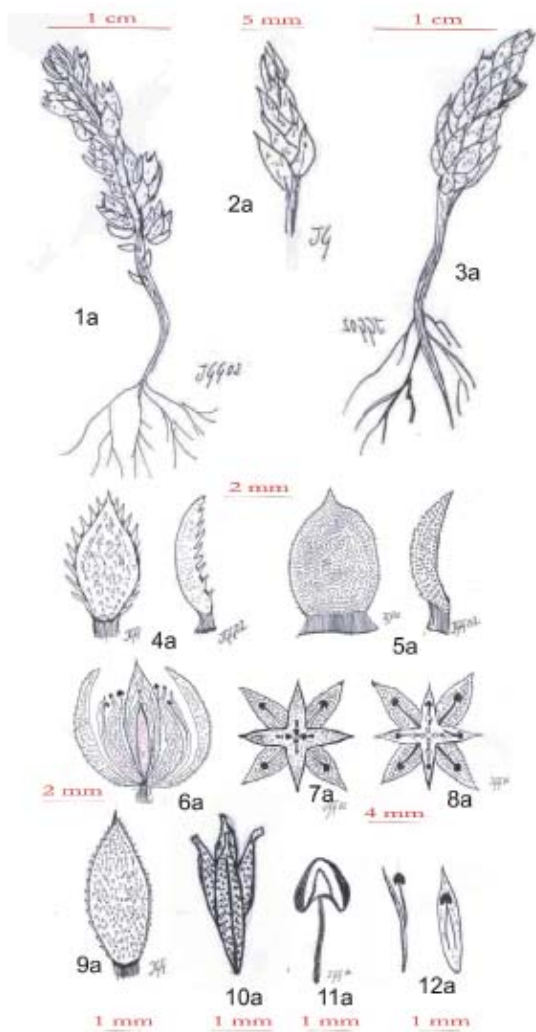


Fig. 3.- Dibujos de *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. (JGG, 2002). 1a, 2a y 3a: porte de la planta y disposición de las hojas. 4a: detalle de las hojas de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* (planta y perfil; población de Zarzuela del Pinar en Segovia). 5a: detalle de las hojas de *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. (planta y perfil; población de Aran juez). 6a: flor. 7a: flor con 4 estambres y 4 estaminodios. 8a: flor con 8 estambres y 4 estaminodios. 9a: detalle de un sépalo. 10a: folículos. 11a: estambre. 12a: estambre adosado a la cara interna del pétalo.

- Drawings of *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. (JGG, 2002). 1a, 2a and 3a: plant appearance and leaves disposal. 4a: leaves detail of *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* (plant and profile; population of Zarzuela del Pinar in Segovia) 5a: detail of leaves of *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. (plant and profile; population of Aran juez) 6a: flower. 7a: flower with 4 stamens and 4 staminodes. 8a: flower with 8 stamens and 4 staminodes. 9a: detail of a sepal. 10a: follicles. 11a: stamen. 12a: stamen leant against the inner face of the petal.

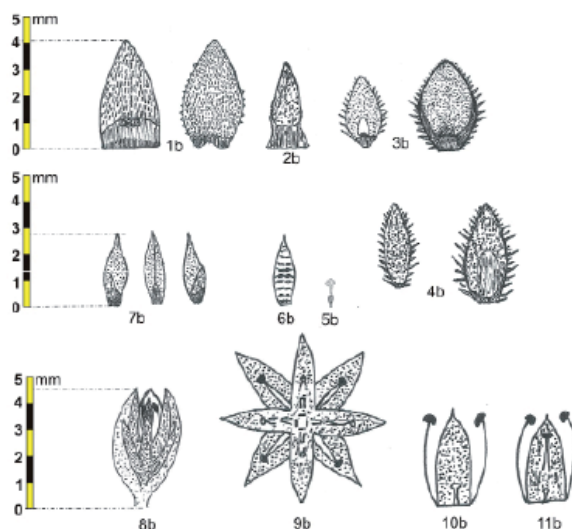


Fig. 4. Dibujos de *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. y comparativas (JGG, 2010). 1b: haz y envés de una hoja de *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. 2b: sépalo de *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. 3b: detalle de las hojas de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* (población de Segovia). 4b: sépalos de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*. 5b: detalle de un estaminodio. 6b: disposición de las semillas en el interior del folículo. 7b: alzado y perfiles de un folículo. 8b: flor. 9b: detalle de una flor con 4 estambres externos y 4 internos. 10b: detalle de un pétalo y de la inserción de los estambres externos y estaminodio. 11b: detalle de un pétalo y de la inserción de los estambres externos y el adosado a su cara interna.

- Drawing of *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. and comparative (JGG, 2010) 1b: face and back of a leaf of *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. 2b: sepal of *Sedum aetnense* subsp. *aran juezii* nov. 3b: detail of leaves of *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* (population of Segovia) 4b: sepals of *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*. 5b: detail of an staminodes. 6b: disposal of seeds inside the follicle. 7b: profile and elevation of a follicle. 8b: flower. 9b: detail of flower with 4 external and 4 internal stamens. 10b: detail of a petal and insertion of external stamens and staminode. 11b: detail of a petal and insertion of external stamens leant.

descubierto; ápice agudo y margen escarioso, de entero a dentado (dientes más aparentes en las hojas inferiores que en las superiores), sin cilios; parte abaxial o externa de la hoja (envés) convexa, con numerosas papilas translúcidas con forma cónica, y parte adaxial o interna (haz) cóncava, con las papilas menos engrosadas.

Flores axilares solitarias y hermafroditas, hipóginas, tetrámeras y actinomorfas, orientadas casi siempre unilateralmente. Cáliz tetrámero con los sépalos libres, lanceolados y de aspecto semejante a las hojas aunque más estrechos (3-4 (5,5) x 0,5-1,2 mm), ápice agudo y margen escarioso de entero a dentado, sin cilios, dientes hialinos dispuestos en forma de sierra; los sépalos

presentan también un pequeño espolón escarioso de base truncada y pequeñas excrescencias cristalinas más aparentes, dispuestas en sentido longitudinal y a modo de dientes de sierra, en la parte central de su cara externa. Pétalos de textura escariosa, concrecentes, soldados en la base, estrechamente lanceolados, agudos, más cortos que los sépalos (1,5-3 x 0,4-1 mm), apiculados, blancos o ligeramente rosados, en ocasiones con pequeñas máculas o punteaduras de color púrpura dispuestas de forma irregular (más aparentes y en mayor proporción en el tercio superior) con un marcado nervio central blanco; en la base de la cara interna de cada pétalo se observa una pequeña excrescencia de consistencia membranosa con forma de segmento de color rosado (estaminodios) de 0,4-1 x 0,1 mm. Estambres 4-7 (8) algo más cortos que los pétalos y con las anteras púrpuras (ocasionalmente amarillas). Se diferencian dos tipos de estambres: aquellos que emergen de la unión de los pétalos, con los filamentos más o menos cilíndricos y en número constante (4), y aquellos que pueden surgir o no en cada flor (0-4) y que van soldados a la cara interna en el tercio inferior de los mismos, con los filamentos planos y transparentes; los primeros son más largos y tienen las anteras sensiblemente más grandes. Folículos (4) de 2-3 x 0,5-0,8 mm, de la misma longitud o ligeramente más cortos que los sépalos, dehiscentes, papilosos, erecto-divergentes, de color verde glauco en su juventud que se tornan rojo-púrpura en la madurez; presentan una línea de sutura de aspecto escarioso bien marcada en su cara interna; estilo corto. Semillas ovoides (0,5-0,7 x 0,2-0,3 mm), ápice agudo con un pequeño mucrón más o menos punzante, testa reticulada con surcos longitudinales poco profundos, de color verde o amarillo en su estado prematuro que se tornan de color pardo al madurar.

3.2. Fenología: XI-IV (V)

Especie litófito que coloniza roquedos y nanoherbazales en suelos muy pedregosos situados entre 480 y 500 m de altitud. Según la Directiva Europea 92/43 entraría a formar parte de los prados calcáreos kársticos o basófilos de *Alysso-Sedion albi*. Se localiza en el Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama, en el término municipal de Aranjuez, Comunidad de Madrid.

Sedum aetnense subsp. *aranjuezii* nov.

Holotypus: MA822238. España, Madrid, Aranjuez, El Hinojar. UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 12-III-2001. José González Granados.

Folia dimensionum 3-5 x 1,5-3,2 mm *marginem integrum vel dentatum, sine ciliis. Tetrameri flores. Sepala foliis angustiora* (3-4 (5,5) x 0,5-

1,2 mm), *scariosa margine primum integra et gradatim dentata, sine ciliis, hyalinisque dentibus serrae instar dispositis. In inferiore base interioris petalorum partis extant rosacea staminodia magnitudinis* 0,4-1 x 0,1 mm. *Stamina* 4-7 (8) *aliquantum petalis breviora, purpureisque antheris praedita. Semina ovoida dimensionum* 0,5-0,7 x 0,2-0,3 mm. *A mense novembri usque ad aprillem vel maium mensem viget. Species litofita quae regiones petrosas incolit atque minima virgulta, humibus valde petrosis inter 480 et 500 m. locatis. Invenitur apud saltum publicum regionalem circa imum cursum fluminis Manzanares Jaramaque, in regione Arancitana (Aranjuez), provincia Matritensi (Madrid).*

4. DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas entre las dos poblaciones son lo suficientemente marcadas como para considerar las plantas de Aranjuez como una subespecie independiente.

Uno de los rasgos diferenciales más destacados se encuentra en los márgenes de las hojas. Esta característica es fácilmente observable a simple vista por lo que se puede determinar y separar cada subespecie de "visu". En el anexo fotográfico ((Lámina I, fig. 1) se puede apreciar como en el borde de las hojas de la población de Aranjuez (izquierda) aparecen pequeños dientes hialinos, mientras que en las hojas de la población de Segovia (derecha) emergen cilios claramente perceptibles.

Lo mismo sucede con los sépalos (Lámina I, fig. 2): los ejemplares de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. presentan sus márgenes enteros o denticulados con pequeñas excrescencias traslúcidas pero siempre sin cilios, mientras que los de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* si los tienen y son fácilmente visibles a simple vista.

También se ha estudiado el número de semillas por folículo y flor, además del tamaño de las mismas de una y otra población. Se han conformado dos lotes, cada uno de ellos compuesto por 25 flores pertenecientes a cada una de las dos poblaciones de *Sedum aetnense*, realizándose el recuento de semillas por folículo y flor respectivamente, incluidas las no viables (Tabla I y II).

Los resultados obtenidos no son muy diferentes entre las poblaciones, si bien se obtiene un mayor promedio en la población de Zarzuela del Pinar (Segovia), aunque el número máximo de semillas que se han encontrado en un mismo folículo es de 15, algo inferior que las 18 obtenidas en la población de Aranjuez. A la vista de los resultados se optó por realizar el recuento de las semillas de un lote de 100 folículos pertenecientes al mayor número de ejemplares que se pudieran obtener de cada población, con el objeto de diversificar más las muestras y obtener un resultado menos sesgado y, por tanto, más

Tabla I. Comparativas del número de semillas por folículo y flor de cada una de las dos subespecies de *Sedum aetnense* estudiadas.- Comparative of number of seeds per follicle and flower of each one of both studied subspecies of *Sedum aetnense*.

| Conteo de Semillas <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aetnense</i> | | | | Conteo de Semillas <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aranjuezii</i> nov. | | | |
|--|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Flor | N.º de Semillas por folículo | Media de Semillas por folículo | N.º de Semillas por flor | Flor | N.º de Semillas por folículo | Media de Semillas por folículo | N.º de Semillas por flor |
| 1 | 13/11/7/10 | 10,25 | 41 | 1 | 11/8/10/10 | 9,75 | 39 |
| 2 | 10/8/10/7 | 8,75 | 35 | 2 | 10/9/13/9 | 10,25 | 41 |
| 3 | 13/8/9/11 | 10,25 | 41 | 3 | 9/9/12/11 | 10,25 | 41 |
| 4 | 11/9/14/8 | 10,5 | 42 | 4 | 9/11/10/9 | 9,75 | 39 |
| 5 | 12/8/11/10 | 10,25 | 41 | 5 | 10/10/9/14 | 10,75 | 43 |
| 6 | 15/12/11/9 | 11,75 | 47 | 6 | 8/9/10/12 | 9,75 | 39 |
| 7 | 13/10/13/14 | 12,5 | 50 | 7 | 10/7/9/8 | 8,5 | 34 |
| 8 | 10/8/11/9 | 9,5 | 38 | 8 | 11/8/8/8 | 8,75 | 35 |
| 9 | 10/8/12/11 | 10,25 | 41 | 9 | 9/9/11/10 | 9,75 | 39 |
| 10 | 12/10/15/11 | 12 | 48 | 10 | 8/8/9/10 | 8,75 | 35 |
| 11 | 9/9/10/11 | 9,75 | 39 | 11 | 7/8/11/9 | 8,75 | 35 |
| 12 | 7/9/10/11 | 9,25 | 37 | 12 | 9/14/8/11 | 10,5 | 42 |
| 13 | 10/10/11/12 | 10,75 | 43 | 13 | 13/10/14/8 | 11,25 | 45 |
| 14 | 8/13/13/14 | 12 | 48 | 14 | 8/7/11/7 | 8,25 | 33 |
| 15 | 9/9/8/13 | 9,75 | 39 | 15 | 10/9/14/18 | 12,75 | 51 |
| 16 | 12/8/9/10 | 9,75 | 39 | 16 | 13/10/14/14 | 12,75 | 51 |
| 17 | 12/10/12/13 | 11,75 | 47 | 17 | 8/11/10/10 | 9,75 | 39 |
| 18 | 13/9/12/12 | 11,5 | 46 | 18 | 10/12/15/8 | 11,25 | 45 |
| 19 | 7/12/11/11 | 10,25 | 41 | 19 | 13/11/14/11 | 12,25 | 49 |
| 20 | 8/9/11/12 | 10 | 40 | 20 | 11/13/9/11 | 11 | 44 |
| 21 | 12/11/13/12 | 12 | 48 | 21 | 7/10/14/10 | 10,25 | 41 |
| 22 | 10/8/13/9 | 10 | 40 | 22 | 11/12/8/10 | 10,25 | 41 |
| 23 | 11/13/11/10 | 11,25 | 45 | 23 | 7/9/11/10 | 9,25 | 37 |
| 24 | 9/11/8/11 | 9,75 | 39 | 24 | 8/7/10/9 | 8,5 | 34 |
| 25 | 13/12/10/9 | 11 | 44 | 25 | 11/14/11/10 | 11,5 | 46 |
| Promedio | | | | Promedio | | | |
| | | 10,59 | 42,36 | | | 10,18 | 40,72 |
| Varianza | | | | Varianza | | | |
| | | 3,62 | 16,16 | | | 4,57 | 26,63 |
| Desviación estándar | | | | Desviación estándar | | | |
| | | 1,90 | 4,02 | | | 2,14 | 5,16 |
| Valor máximo | | | | Valor máximo | | | |
| | | 15 | 50 | | | 18 | 51 |
| Valor mínimo | | | | Valor mínimo | | | |
| | | 7 | 35 | | | 7 | 33 |

fiable. En esta ocasión el promedio de semillas por folículo fue claramente superior en la población de Aranjuez, con una media de unas 12 semillas por folículo frente a las 10 semillas por folículo de la población segoviana. De igual manera los valores máximos y mínimos fueron superiores en la población de Aranjuez, y lo mismo que sucede con la desviación estándar. Sin embargo donde se han encontrado disparidades significativas entre las dos poblaciones de *Sedum aetnense* es en el tamaño de las semillas, concluyendo que las semillas de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. son claramente más grandes, tanto en longitud

como en grosor, que las de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*.

De un lote de varios cientos de semillas de cada población se han seleccionado al azar 25 unidades de cada una y se han determinado las dimensiones (longitud y grosor) de cada una de ellas, cuyos resultados se muestran en la Tabla III. El promedio obtenido en la longitud de las semillas de la población de Aranjuez es de 0,658, frente a 0,402 de las de Zarzuela del Pinar (Segovia). Lo mismo sucede en cuanto a su grosor: 0,239 frente a 0,162, lo que equivale a un tercio más grandes

Tabla II. Comparativa del número de semillas por folículo.
- Comparative of number of seeds per follicle.

Conteo de Semillas de *Sedum aetnense*
Comparativa entre los ejemplares de Aranjuez y Segovia

| Planta | N.º de Semillas por folículo | N.º de Semillas por folículo | Planta | N.º de Semillas por folículo | N.º de Semillas por folículo |
|--------|------------------------------|------------------------------|--------|------------------------------|------------------------------|
| | ARANJUEZ | SEGOVIA | | ARANJUEZ | SEGOVIA |
| 1 | 14 | 9 | 51 | 15 | 8 |
| 2 | 7 | 10 | 52 | 11 | 8 |
| 3 | 10 | 7 | 53 | 11 | 11 |
| 4 | 10 | 6 | 54 | 11 | 11 |
| 5 | 13 | 9 | 55 | 11 | 11 |
| 6 | 14 | 10 | 56 | 9 | 7 |
| 7 | 15 | 12 | 57 | 12 | 4 |
| 8 | 15 | 9 | 58 | 11 | 6 |
| 9 | 14 | 10 | 59 | 12 | 14 |
| 10 | 13 | 9 | 60 | 12 | 11 |
| 11 | 11 | 9 | 61 | 12 | 9 |
| 12 | 12 | 7 | 62 | 11 | 11 |
| 13 | 12 | 9 | 63 | 7 | 8 |
| 14 | 11 | 8 | 64 | 11 | 14 |
| 15 | 11 | 9 | 65 | 11 | 8 |
| 16 | 11 | 10 | 66 | 12 | 12 |
| 17 | 15 | 12 | 67 | 13 | 6 |
| 18 | 16 | 7 | 68 | 12 | 11 |
| 19 | 13 | 11 | 69 | 10 | 11 |
| 20 | 16 | 13 | 70 | 8 | 6 |
| 21 | 16 | 7 | 71 | 11 | 5 |
| 22 | 12 | 9 | 72 | 10 | 12 |
| 23 | 9 | 9 | 73 | 8 | 11 |
| 24 | 11 | 11 | 74 | 8 | 9 |
| 25 | 9 | 11 | 75 | 13 | 10 |
| 26 | 8 | 10 | 76 | 12 | 8 |
| 27 | 17 | 10 | 77 | 12 | 7 |
| 28 | 10 | 10 | 78 | 11 | 9 |
| 29 | 11 | 10 | 79 | 9 | 9 |
| 30 | 11 | 17 | 80 | 10 | 11 |
| 31 | 9 | 14 | 81 | 9 | 11 |
| 32 | 11 | 14 | 82 | 10 | 7 |
| 33 | 11 | 10 | 83 | 11 | 11 |
| 34 | 16 | 8 | 84 | 9 | 8 |
| 35 | 11 | 14 | 85 | 7 | 13 |
| 36 | 15 | 8 | 86 | 10 | 11 |
| 37 | 12 | 7 | 87 | 9 | 13 |
| 38 | 11 | 8 | 88 | 9 | 11 |
| 39 | 15 | 9 | 89 | 8 | 10 |
| 40 | 16 | 11 | 90 | 11 | 11 |
| 41 | 12 | 11 | 91 | 15 | 9 |
| 42 | 13 | 13 | 92 | 12 | 11 |
| 43 | 9 | 8 | 93 | 12 | 11 |
| 44 | 9 | 13 | 94 | 13 | 11 |
| 45 | 9 | 8 | 95 | 14 | 9 |
| 46 | 18 | 11 | 96 | 10 | 11 |
| 47 | 16 | 8 | 97 | 9 | 10 |
| 48 | 13 | 7 | 98 | 15 | 11 |
| 49 | 7 | 9 | 99 | 11 | 12 |
| 50 | 12 | 10 | 100 | 10 | 13 |

| | ARANJUEZ | SEGOVIA |
|---------------------|----------|---------|
| Promedio | 12,24 | 9,82 |
| Varianza | 7,33 | 5,01 |
| Desviación estándar | 2,71 | 2,24 |
| Valor máximo | 18 | 17 |
| Valor mínimo | 7 | 6 |

Tabla III.- Dimensiones en longitud y grosor de las semillas de cada una de las dos poblaciones de *Sedum aetnense* investigadas.

- Length and thickness of seeds of each one of both investigated populations of *Sedum aetnense*.

| Población de Segovia <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aetnense</i> | | | Población de Aranjuez <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aranjuezii</i> nov. | | |
|--|----------|--------|--|--------|-----|
| N.º | Longitud | Grosor | Longitud | Grosor | N.º |
| 1 | 0,4 | 0,15 | 0,7 | 0,25 | 1 |
| 2 | 0,35 | 0,1 | 0,68 | 0,2 | 2 |
| 3 | 0,4 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 3 |
| 4 | 0,38 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 4 |
| 5 | 0,45 | 0,25 | 0,7 | 0,25 | 5 |
| 6 | 0,45 | 0,2 | 0,7 | 0,28 | 6 |
| 7 | 0,4 | 0,15 | 0,7 | 0,2 | 7 |
| 8 | 0,4 | 0,2 | 0,72 | 0,28 | 8 |
| 9 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 9 |
| 10 | 0,35 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 10 |
| 11 | 0,4 | 0,15 | 0,65 | 0,27 | 11 |
| 12 | 0,35 | 0,1 | 0,7 | 0,25 | 12 |
| 13 | 0,4 | 0,2 | 0,65 | 0,25 | 13 |
| 14 | 0,42 | 0,2 | 0,68 | 0,2 | 14 |
| 15 | 0,4 | 0,15 | 0,52 | 0,2 | 15 |
| 16 | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,25 | 16 |
| 17 | 0,3 | 0,1 | 0,65 | 0,3 | 17 |
| 18 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 18 |
| 19 | 0,4 | 0,15 | 0,7 | 0,25 | 19 |
| 20 | 0,4 | 0,2 | 0,55 | 0,2 | 20 |
| 21 | 0,3 | 0,15 | 0,6 | 0,2 | 21 |
| 22 | 0,45 | 0,2 | 0,7 | 0,2 | 22 |
| 23 | 0,5 | 0,2 | 0,65 | 0,2 | 23 |
| 24 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 24 |
| 25 | 0,45 | 0,2 | 0,7 | 0,25 | 25 |

| | | | | |
|----------|----------|----------------------------|----------|----------|
| 0,402000 | 0,162000 | Promedio | 0,658000 | 0,239200 |
| 0,003258 | 0,002142 | Varianza | 0,006000 | 0,001533 |
| 0,057082 | 0,046278 | Desviación estándar | 0,054772 | 0,039149 |
| 0,500000 | 0,250000 | Valor máximo | 0,720000 | 0,300000 |
| 0,300000 | 0,100000 | Valor mínimo | 0,520000 | 0,200000 |

Tabla IV.- Fenología observada entre los años 2001/2010 de las poblaciones de *Sedum aetnense* de Aranjuez (Madrid) y Zarzuela del Pinar (Segovia).

- Phenology observed between 2001/2010 of population of *Sedum aetnense* of Aranjuez (Madrid) and Zarzuela del Pinar (Segovia).

| | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aranjuezii</i> nov. | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | |
| <i>Sedum aetnense</i> subsp. <i>aetnense</i> | | | | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | |

en longitud y grosor respecto a la población segoviana.

También en el anexo fotográfico (Lámina I, fig. 5) se puede observar la diferencia de tamaño entre las semillas de ambas poblaciones. Las semillas de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. tienen forma ovoide, testa reticulada con surcos longitudinales poco profundos y unas dimensiones de (0,5-0,7 x 0,2-0,3 mm), con el ápice agudo y un pequeño mucrón más o menos punzante. Son de color verde o amarillo en su estado prematuro y se tornan de color pardo al madurar.

Otras diferencias menos aparentes se presentan en el color de las anteras, que en los ejemplares de Aranjuez son casi en su totalidad de color púrpura, excepcionalmente amarillas, al contrario de lo que sucede con los ejemplares de las demás poblaciones. Se ha comprobado que la totalidad de las flores observadas de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. son tetrámeras, y en algunas plantas se han contado cinco, seis y hasta siete estambres: los cuatro permanentes que emergen de la unión de los pétalos y los que pueden ir o no soldados en el tercio inferior de su cara interna, estambres que no se han observado en los ejemplares estudiados pertenecientes a otras poblaciones. Otra característica es la inserción de cuatro estaminodios adosados entre los pétalos y los folículos, estructuras que también aparecen en los ejemplares de Zarzuela del Pinar (Segovia), aunque con dimensiones más pequeñas.

Existe una gran disparidad en cuanto a la fenología y el hábitat que alberga a las dos poblaciones estudiadas. Se ha evidenciado que en Aranjuez el nacimiento de la mayoría de las plántulas se produce a mediados del otoño o inicio del invierno (dependiendo del año), mientras que en la provincia de Segovia el mayor número de semillas germinan al final del invierno y comienzo de la primavera (Tabla IV).

Con los primeros calores, las plantas de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. se desarrollan con rapidez y debido a la sequía fisiológica provocada por las escasez de precipitaciones y las elevadas temperaturas, condiciones meteorológicas frecuentes en el sur de la Comunidad de Madrid, ya en el mes de marzo comienzan a madurar los frutos y se diseminan las primeras semillas. Estas plantas no suelen sobrevivir más allá del mes de abril, aunque en una ocasión –como ha ocurrido en 2010, año anormalmente lluvioso y frío–, han llegado a vivir hasta la segunda semana del mes de mayo (6 meses). Su ciclo vital suele prolongarse como máximo hasta cinco meses. La fenología de la población de Zarzuela del Pinar (Segovia) es bien distinta, puesto que las plantas tienen un ciclo anual más corto (3-4 meses), que comienza y finaliza más tarde, con lo que solamente existe solape real en los meses de marzo, abril y ocasionalmente en febrero y mayo.

El hábitat en el que vive la subespecie nominal se localiza en altitudes siempre por encima de los 850 m sobre el nivel del mar (Cuéllar,

Segovia) y llega hasta los 1.400 m (Navacepedilla de Corneja, Ávila), muy por encima de los 490 m de la población de Aranjuez. Tampoco se parece el tipo de suelo, flora y vegetación acompañante. *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* está citada en suelos temporalmente encharcados, tomillares silíceos, cunetas arenosas, pinares o incluso en encinares con sabinas sobre calizas. Para GARCÍA (2002), es una planta esporádica que aparece sobre pastos terofíticos de substrato más o menos arenoso.

La subespecie *aranjuezii* nov. medra en afloramientos rocosos formados por cantos rodados (cuarcitas) dejados por el cauce del río en la era Terciaria, y cementados por sustratos más finos como arenas y limos. La profundidad del suelo es muy escasa, pues apenas llega a un par de centímetros (en las zonas donde aflora la roca se ha muestreado la profundidad y se comprueba que está comprendida entre los 0,5 y 2 cm). El poco suelo existente está formado principalmente por arenas y gravas de diferentes tamaños y de naturaleza caliza. Cuando la profundidad del suelo aumenta (en suelo arenoso o pedregoso la profundidad oscila entre los 2 y 8 cm) es sustituida por otras plantas con un sistema radicular mucho más desarrollado. El suelo donde se ubica aparece en el Plan Forestal de la Comunidad de Madrid como Entisols Fluvents (Modelo USDA) o como Fluvisol (Modelo FAO).

Se trata por tanto de una subespecie rupícola que comparte hábitat con musgos, líquenes y diversas plantas herbáceas anuales y vivaces de pequeño tamaño. Entre las crasuláceas, y por orden de importancia, se mezcla con *Sedum caespitosum*, *Sedum gypsicola*, *Sedum rubens* y *Crassula tillaea*, mientras que otras anuales frecuentes son *Mibora minima*, *Helianthemum salicifolium*, *Alyssum* sp., *Euphorbia exigua*, *Legousia hybrida*, *Parentucellia latifolia*, *Saxifraga tridactylites*, *Hornungia petraea*, *Campanula erinus*, *Echinaria capitata*, *Clypeola jonthlaspi*, *Linaria micrantha*, *Rumex bucephalophorus*, *Medicago minima*, y en menor medida, *Reseda phyteuma*, *Silene colorata* y *Arenaria leptoclados*. El crecimiento y desarrollo de estas plantas vasculares se ve reducido por las forzadas condiciones de vida que deben soportar. Algunos táxones indicadores son *Umbelicus rupestris* y *Antirrhinum graniticum*.

4.1. Biología reproductiva

Un dato destacable es que ambas subespecies se han plantado de semilla en suelos notablemente mejores y han mantenido sus características fisionómicas. Los estudios de germinación llevados a cabo en el año 2002 con semillas procedentes de la población de Aranjuez, tuvieron como objetivo la obtención de ejemplares destinados a la investigación y conservación genética del posible nuevo taxon. En este año dieron comienzo los primeros ensayos sobre la multiplicación por semilla.

Tablas V, VI y VII.- Resultados del primer, segundo y tercer experimento de germinación con *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.

- Results of first, second and third experiment of germination with *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.

| Fecha | Ensayo 1 Ponchet | Ensayo 2 Agar- agua | Ensayo 3 Papel | Ensayo 4 Sustrato Población | Ensayo 5 Sustrato Klassm |
|-----------|---------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Inicio | 24/01/2003 | 24/01/2003 | 24/01/2003 | 24/01/2003 | 24/01/2003 |
| L27/01/03 | - | 1 | - | - | - |
| X29/01/03 | - | 3 | - | 9 | 1 |
| V31/01/03 | - | 17 | - | 9 | 1 |
| L03/02/03 | - | 68 | - | 9 | 5 |
| X05/02/03 | - | 75 | - | 9 | 6 |
| V07/02/03 | - | 75 | - | 9 | 9 |
| L10/02/03 | - | 75 | - | 9 | 9 |

| Fecha | Ensayo 1 Ponchet | Ensayo 2 Agar-agua |
|-----------|---------------------|-----------------------|
| Inicio | V31/01/03 | V31/01/03 |
| L03/03/03 | - | - |
| X05/03/03 | - | 8 |
| V07/02/03 | - | 20 |
| L10/03/03 | - | 24 |
| X12/03/03 | - | 33 |
| V14/03/03 | - | 33 |
| L17/03/03 | - | 33 |
| J20/03/03 | - | 33 |

| Fecha | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 | Ensayo 4 |
|-----------|------------|----------|----------|----------|
| Inicio | 26/02/2003 | | | |
| V28/01/03 | - | - | - | - |
| L03/03/03 | 3 | 2 | 3 | - |
| X05/03/03 | 5 | 2 | 8 | 1 |
| V07/02/03 | 5 | 2 | 8 | 2 |
| L10/03/03 | 7 | 3 | 8 | 3 |
| X12/03/03 | 8 | 3 | 8 | 5 |
| V14/03/03 | 8 | 3 | 8 | 5 |
| L17/03/03 | 8 | 3 | 8 | 5 |
| J20/03/03 | 8 | 5 | 8 | 5 |

La semilla utilizada pertenece al lote identificado como PRS 01/04/2002, y desde el momento de su recolección, en abril del 2002, hasta el momento de la realización del presente ensayo, enero 2003, se mantuvo en cámara frigorífica a 4° C de temperatura. Se utilizó semilla limpia, extraída manualmente del folículo y no se la sometió a ningún tipo de tratamiento germinativo previo.

Para este examen se probaron distintos tipos de sustrato. En todos los casos, los recipientes utilizados fueron placas *petri* de 13 cm de diámetro. Los sustratos utilizados para los ensayos de germinación fueron:

- medio de cultivo *Ponchet*: es un medio a base de agar, PDA y antibióticos, rico en nutrientes y empleado en diagnóstico fitopatológico (ensayo 1)

- medio de cultivo *Agar-agua*: es el medio general de cultivo del análisis fitopatológico, a base de agar puro y agua destilada (ensayo 2)

- papel de filtro húmedo (ensayo 3)

- papel de filtro húmedo y sustrato extraído de la localización del rodal de recolección (sustrato arenoso y de granulometría gruesa) (ensayo 4)

- papel de filtro húmedo y sustrato comercial *Prohumín Klassmann-Deilman* (mezcla de turbas de Europa septentrional de diferentes grados de descomposición, un 90 % de materia orgánica y un pH que oscila entre 5,5-6,5) (ensayo 5)

En todos los experimentos se muestrearon 100 semillas por placa. Las placas se coloraron en un estufa en la que se consignaron la temperatura y los ciclos de luz, cumpliendo por tanto las funciones básicas de una germinadora. La temperatura de la cámara se consignó en 20 grados centígrados y se proporcionaba 8 horas de luz al día.

Los ensayos se iniciaron el viernes 24 de enero del 2003 y a los tres días ya se observaron los primeros síntomas de germinación (ensayo 2). El ensayo se dio por concluido a las dos semanas

Tabla VIII.- Resultados del censo poblacional de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. efectuado en los años 2009 y 2010.- Results of population census of *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. done in 2009 and 2010.Muestreo de la población de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.

Estimación del número de ejemplares por metro cuadrado

| Año 2009 | | | | Año 2010 | | | |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Cuadro | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 | Muestreo 1 | Muestreo 2 | Muestreo 3 | Cuadro |
| 1 | 40 | 18 | 29 | 105 | 33 | 143 | 1 |
| 2 | 12 | 4 | 16 | 103 | 62 | 285 | 2 |
| 3 | 14 | 6 | 102 | 102 | 176 | 163 | 3 |
| 4 | 1 | 1 | 65 | 164 | 102 | 152 | 4 |
| 5 | 34 | 34 | 19 | 202 | 96 | 50 | 5 |
| 6 | 53 | 14 | 13 | 122 | 144 | 161 | 6 |
| 7 | 7 | 1 | 66 | 117 | 134 | 119 | 7 |
| 8 | 4 | 3 | 24 | 208 | 235 | 148 | 8 |
| 9 | 22 | 70 | 32 | 186 | 184 | 104 | 9 |
| 10 | 46 | 13 | 33 | 121 | 172 | 193 | 10 |
| 11 | 11 | 12 | 48 | 157 | 140 | 114 | 11 |
| 12 | 9 | 12 | 18 | 79 | 138 | 93 | 12 |
| 13 | 4 | 27 | 30 | 241 | 93 | 167 | 13 |
| 14 | 5 | 34 | 22 | 160 | 132 | 272 | 14 |
| 15 | 12 | 34 | 19 | 195 | 182 | 185 | 15 |
| 16 | 20 | 22 | 17 | 118 | 185 | 103 | 16 |
| Subtotal | 294 | 305 | 553 | 2.380 | 2.208 | 2.452 | Subtotal |
| Valor máximo | 53 | 70 | 102 | 241 | 235 | 285 | Valor máximo |
| Valor mínimo | 1 | 1 | 13 | 79 | 33 | 50 | Valor mínimo |
| Total | | 1.152 | | | 7.040 | | Total |
| Promedio | | 384 | | | 2.347 | | Promedio |

de la fecha de la siembra. Las lecturas se realizaron cada 48 horas. Los valores que aparecen en la Tabla V son acumulados, ya que no se eliminaron las plántulas para evitar abrir la placa en cada recuento por el riesgo de contaminación fúngica que esto conlleva.

A la vista de estos datos, el mejor resultado se obtiene con *Agar-agua* como sustrato, alcanzándose una potencia germinativa del 75%. En los ensayos 1 y 3 no se detectaron signos de germinación mientras que los ensayos 4 y 5 se contabilizaron tan sólo nueve plántulas (9 % de germinación). La misma experiencia se repitió posteriormente, pero en este caso los medios de cultivo empleados fueron *Ponchet* y *Agar-agua*, cada uno de ellos con una muestra de 100 semillas, procedentes del mismo lote, con el mismo manejo previo y sometidas a las mismas condiciones de luz (8 horas/día) y temperatura (20 °C). Los datos obtenidos resultaron bastante alejados del primer ensayo, tal y como se puede apreciar en la Tabla VI.

Comprobamos otra vez que el mejor resultado se obtiene con *agar-agua* como

sustrato, pero el tanto por ciento obtenido en esta prueba, del 33 %, no se corresponde con el valor obtenido en el ensayo anterior, del 75%, a pesar de haberse mantenido las mismas condiciones en el experimento.

Un tercer experimento se realizó con *agar agua* como único sustrato para la germinación. Se utilizó semilla limpia, del mismo lote, sin tratamiento germinativo previo. En cada una de las placas se depositaron 100 semillas, manteniéndose en estufa a 22 °C y con periodos de luz de 8 horas al día. Los resultados obtenidos fueron los que se muestran en la Tabla VII. A la vista de estos datos, tampoco en esta tercera tentativa se alcanzaron los buenos resultados anteriores, ya que la tasa de germinación más elevada fue tan sólo del 8 %. Además de observarse una notable caída de la potencia germinativa, también se ha detectado un desarrollo mucho más lento en las fases de germinación y desarrollo de las plántulas. Esto puede estar relacionado con las frecuentes contaminaciones fúngicas y víricas detectadas en las placas.

Tabla IX.- Citas de *Sedum aetnense* en la Península Ibérica; de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* en Zarzuela del Pinar, Torre Val de San Pedro y Turégano en la provincia de Segovia, y de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. en Aranjuez provincia de Madrid.

-Cases of *Sedum aetnense* in Península Ibérica; *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* in Zarzuela del Pinar, Torre del Val of San Pedro and Turégano in the province of Segovia and *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. in Aranjuez, province of Madrid.

Sedum aetnense

Citas Históricas en la Península Ibérica

| Código | Lugar | Prov | Año | UTM | Alt. | Ref. Biblio. [IDBIB=] | Autor |
|-----------------------|--------------------------|---------|------|------------------------------------|------|--------------------------|-----------------------------------|
| | P.N. Sierra Nevada | Granada | 1902 | | | | PAU |
| 1487617 | P.N. Sierra Nevada | | 1987 | 30SVG70 | | 5180 | Molero Mesa, J & Pérez Raya, F. |
| 1375023 | Siles | Jaén | 1986 | 30SWH4349 | 1300 | 3157 | Ríos Ruíz, S. & Alcaraz Ariza, F. |
| MA508902 | Laguna de Siles | | 1988 | | | | Segundo Ríos & Alcaraz, F. |
| 1024489 | Siles | Ávila | 1993 | 30SWH4349 | 1300 | 1198 | Ríos Ruíz, S. & Alcaraz Ariza, F. |
| 80453 | Navacepedilla de Corneja | | 1986 | 30TUK18 | | 2900 | Estrada Sánchez, J. |
| 1382816 | Navacepedilla de Corneja | | 1987 | 30TUK1683 | 1400 | 3418 | Carrasco, M.A. & Estrada, J. |
| 104555 | Santiago Millas | | 1984 | 29TQH30 | | 2878 | Llamas García, F. |
| 1613795 | Morales de Arcediano | León | 1984 | 29TQH30 | | 2878 | Llamas García, F. |
| LEB84525 | Val de San Lorenzo | | 2006 | 29TQH3701 | 920 | | Castro González, V. & Pérez N. |
| LEB84526 | Val de San Román | | 2006 | 29TQH3402 | 910 | | Castro González, V. & Santos J. |
| LEB84526 | Val de San Román | | 2006 | 20TQH3502 | 910 | | Castro González, V. & Santos J. |
| MA648917 | Torre Val de San Pedro | Segovia | 1986 | 30TVL2647 | 1986 | 1110 | García, R. & Egido, P. |
| 1381560 | Torre Val de San Pedro | | 1987 | 30TVL2647 | 1100 | 3370 | García Adá, R. |
| 1381562 | Pedraza | | 1987 | 30TVL3052 | 1100 | 3370 | García Adá, R. |
| MA648921 | Pedraza | | 1987 | 30TVL3052 | 1110 | | Egido, P. & García R. |
| MA755203 | Venganzones | | 1991 | 30TVL1565 | 920 | | García Adá, R. |
| 66989 | Torre Val de San Pedro | | 1995 | 30TVL2647 | | 2905 | García Adá, R. |
| 66990 | Pedraza | | 1995 | 30TVL3052 | 1100 | 2905 | García Adá, R. |
| 66991 | Venganzones | | 1995 | 30TVL1565 | 920 | 2905 | García Adá, R. |
| MA755206 | Cuellar | Madrid | 1998 | 30TUL9970 | 850 | | Soriano Martín, C. |
| MA822233 | Zarzuela del Pinar | | 2002 | 30TUL9970 | 858 | | González Granados, J. |
| MA822233 | Zarzuela del Pinar | | 2010 | 30TUL9970 | 858 | | González Granados, J. |
| MA822232 | Torre Val de San Pedro | | 2010 | 30TVL2647 | 1134 | | González Granados, J. |
| MA822231 | Turégano | | 2010 | 30TVL1650 | 1077 | | González Granados, J. |
| MA822238 HOLOTYPUS | Aranjuez | | 2001 | 30TVK4940 | 490 | | González Granados, J. |
| MA822237 ISOTYPUS | Aranjuez | | 2001 | 30TVK4940 | 490 | | González Granados, J. |
| MA822234 | Aranjuez | | 2007 | | 480 | | González Granados, J. |
| MA822235 | Aranjuez | | 2004 | 30TVK4939, 4940, 5040 y 5041 | 480 | | González Granados, J. |
| MA822236 | Aranjuez | | 2006 | | 480 | | González Granados, J. |

4.2. Censo y fluctuación de las poblaciones

Se ha llevado a cabo un censo de la población de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. en 2009, año especialmente seco, y otro en 2010, mucho más lluvioso que el anterior (Tabla VIII). Para ello se ha construido una malla de 1 metro cuadrado de superficie dividida a su vez en 16 cuadrados de 25 cm de lado. Una vez extendida en el suelo se han contado el número de plantas que quedan en el interior de cada cuadro. Se ha realizado un total de tres muestreos por cada uno de los censos. En 2009, en cada uno de los muestreos se contabilizaron 294, 305 y 553 respectivamente, lo que supone una media de 384 pl./m². En 2010, estos valores ascendieron a 2.380, 2.208 y 2.452, con lo que se obtiene un promedio de 2.347 pl./m², seis veces más. Esta disparidad entre censos,



Fig. 5.- Mapa de distribución de *Sedum aetnense* y la subespecie descrita en la Comunidad de Madrid (malla de 10x10 km).
- Distribution map of *Sedum aetnense* and its subespecie described in the Community of Madrid (grid of 10x10 km).

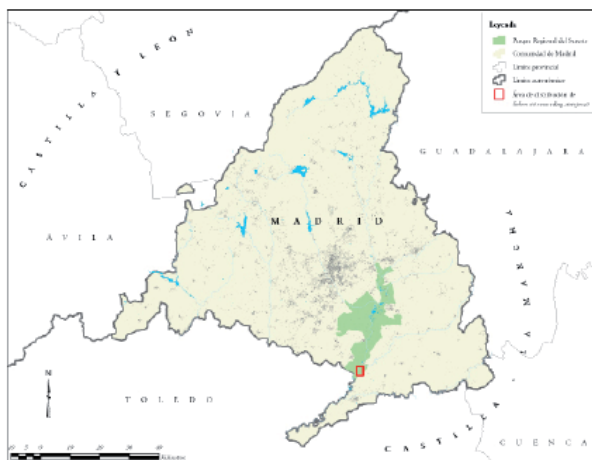


Fig. 6.- Mapa de localización de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. en la Comunidad de Madrid.
- Localization map of *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. in the Community of Madrid (red box).

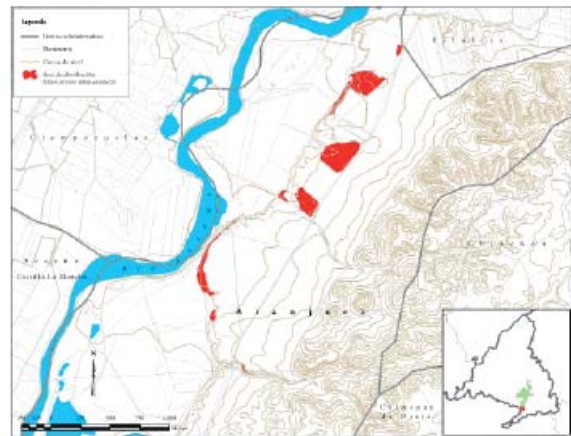


Fig. 7. Mapa de detalle de las poblaciones de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. en Aranjuez.
- Detail map of populations of *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. in Aranjuez.

típico de las plantas anuales, pone de manifiesto el carácter fluctuante de las poblaciones de esta subespecie, conclusiones semejantes a las aportadas por CASTRO & et al., (2006), con poblaciones de *Sedum aetnense* en León.

5. CONCLUSIONES

Como ha quedado documentado, las diferencias encontradas entre las dos poblaciones estudiadas son lo suficientemente significativas como para realizar una separación entre ambas y proceder a describir dos subespecies diferenciadas: una de ellas como *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov., por lo que automáticamente el taxon que representa a las poblaciones nominales pasa a llamarse *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*. En la siguiente clave se indican los principales caracteres diferenciadores entre las dos subespecies de *Sedum aetnense*:

5.1. Clave identificativa

1 (2). Márgenes de las hojas ciliados y denticulados, sépalos ciliados; de 4 a 5 estambres con las anteras amarillas; semillas de 0,3 a 0,5 mm de longitud.....
.....*Sedum aetnense* subsp. *aetnense*

2 (1). Márgenes de las hojas y sépalos de enteros a dentados, sin cilios; de 4 a 7 (8) estambres con las anteras púrpuras (ocasionalmente amarillas); semillas de 0,5 a 0,7 mm de longitud.....
.....*Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.

En lo que se refiere al estado de conservación y situación actual de esta planta, son importantes las fluctuaciones en el número de individuos derivadas del ciclo propio de las plantas anuales, pero también a consecuencia de las variaciones

climáticas que tienen lugar en años sucesivos. En cuanto a las amenazas, se constata que una de las poblaciones ha sido totalmente eliminada por las prácticas agrícolas y ganaderas que rigen en esta área en concreto, mientras que el resto de la superficie que ocupa este nuevo taxon está muy localizada y corre un inminente y serio peligro de sufrir el mismo destino. Se hace necesario, e incluso imprescindible, la urgente protección de todo el entorno donde se encuentra las poblaciones de esta planta y la inclusión en el catálogo de especies protegidas de la Comunidad de Madrid, con el objeto de preservar su hábitat y cada uno de sus enclaves. Con los datos disponibles y aplicando los criterios y categorías UICN (2001), la categoría de amenaza de la planta en Madrid es CR B1ac(iv)+2ac(iv). También debe tener un rango diferente al actual "DD" en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (DOMÍNGUEZ, 2000). Por último, se resalta la conveniencia de emprender un estudio corológico completo y minucioso a nivel peninsular. También sería deseable realizar los estudios genéticos comparativos de esta especie con respecto a otras pertenecientes al mismo género y cercanas taxonómicamente.

5.2. Distribución

En la Figura 5 se exponen el mapa de distribución de la Península Ibérica actualizado (cuadrícula UTM de 10 x 10 km) con las dos subespecies de *Sedum aetnense* descritas en este trabajo, y la distribución de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. en la Comunidad de Madrid.

5.3. Anexo de citas nuevas

Holotypus: MA822238. *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. El Hinojar, Aranjuez (Madrid). UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 12-III-2001. José González Granados.

Isotypus: MA822237. *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. El Hinojar, Aranjuez (Madrid). UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 12-III-2001. José González Granados.

MA822234. *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. El Hinojar, Aranjuez (Madrid). UTM: 30TVK4940, 480 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 15-IV-2007. José González Granados.

MA822235. *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. El Hinojar, Aranjuez (Madrid). UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 2-IV-2004. José González Granados.

MA822236. *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov. El Hinojar, Aranjuez (Madrid). UTM: 30TVK4940, 490 m. Canchal calizo. Nanoherbazal con formaciones liquénicas y musgos, 30-III-2006. José González Granados.

MA822231. *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* nov. Turégano (Segovia). UTM: 30TVL1650, 1.077 m. Suelos pardos asentados sobre materiales silíceos. Nanoherbazal en cuenta de carretera, 13-V-2010. José González Granados.

MA822232. *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* nov. Torre Val de San Pedro (Segovia). UTM: 30TVL2647, 1.134 m. Suelos pardos asentados sobre materiales silíceos. Matorral formado por cantueso. Serie supramediterránea carpetano-melojo (*Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae*), 13-V-2010. José González Granados.

MA822233. *Sedum aetnense* subsp. *aetnense* nov. Zarzuela del Pinar (Segovia). UTM: 30TUL9970, 858 m. Arena y dunas. Pinar de *Pinus pinaster* sobre dunas. Faciación sobre arenales con *Adenocarpus aureus*, 13-V-2010. José González Granados.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido con sus sugerencias y colaborado en el trabajo de investigación que se ha llevado a cabo en estos últimos diez años. En primer lugar quiero destacar a Mauricio Velayos y Santiago Castroviejo (†), quienes han puesto a mi servicio todos los medios disponibles con los que cuenta el Real Jardín Botánico de Madrid y han supervisado los resultados de este estudio científico. A Pedro López Nieva por sus correcciones y elaboración de los mapas y de algunas tablas que se muestran en el documento. A Cristina Valdezate Ramos por los estudios de germinación que han propiciado datos muy interesantes desde el punto de vista del conocimiento de esta especie. A Pilar López Nieva por su asesoramiento científico sobre los requerimientos necesarios para la realización del estudio genético de esta especie. A María Sesmero por la traducción al inglés de los textos del resumen y pies de fotos; a Eduardo Fernández Guerrero y Emilio Crespo por la traducción al latín de la descripción de la subespecie y a Andrés Arregui y María Teresa Beltrán por su implicación. A Francisco Javier Cantero Desmártines y José Luis Viejo Montesinos, quienes han aportado correcciones y sugerencias a los textos; y sobre todo a mi querido amigo y colega José Ignacio López Colón, quien además de ser un magnífico científico y profesional, me ha ayudado sobremanera y presto en este trabajo y otros muchos. A Adolfo Bello Mimbrera, ex-director del Parque Regional del Sureste, por su apoyo personal e institucional sin el cual no hubiese sido posible llevar a buen puerto este trabajo. Por último, agradezco al Servicio de Gestión de Espacios protegidos de la Consejería de Medioambiente de la Comunidad de Madrid la gentileza de poner a nuestra disposición todos los recursos necesarios para culminar la investigación. No podemos olvidar tampoco a los dos evaluadores que han revisado el presente

trabajo, que con sus comentarios contribuyeron a mejorar de forma notable el presente trabajo.

Recibido el día 8 de enero de 2011

Aceptado el día 16 de mayo de 2011

Publicado en formato electrónico el día 14 de septiembre de 2011

BIBLIOGRAFÍA

- BOURGUIGNON, V. 2010. "*Sedum aetnense* Tineo ex Guss (*Crassulaceae*), a new species record for the flora of Greece". *Adansonia*, sér. 3, **32** (1): 121-123.
- CARRASCO, M.A. & ESTRADA, J. 1987. "Sobre *Sedum aetnense* Tineo en el centro de la Península Ibérica". *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **44**(1): 171-173.
- CASTRO, V., LLAMAS, F., ACEDO, C., & ALONSO, R. 2006. "Datos sobre *Sedum aetnense* Tineo en León". *Lagascalia* **26**: 236-238.
- CASTROVIEJO, S. (Coord.). 1997. "*Flora Iberica Vol. V. Ebenaceae-Saxifragaceae*". Real Jardín Botánico, CSIC. 121-153.
- DECRETO 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora.
- DOMÍNGUEZ, F. (Editor). 2000. "Lista Roja de la Flora Vascular Española" (valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal* 6 (extra): 11-38.
- FRÖDERSTRÖM, H. A. (1930-1935). "The genus *Sedum* L.: A systematic essay". *Acta Horti Gothob.* 5(app.), 6(app.), 7(app.), 10(app.).
- GARCÍA, R. 1987. "Fragmenta chorologica occidentalia 1023-1056". *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **44** (2): 513-517.
- 2002. "*Estudio de la flora de las cuencas alta y media de los ríos Eresma, Pirón y Cega*". Tesis inédita de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de Biología Vegetal II, leída el 14-07-1995.
- HENKT, H. 1991. "Evolution and classification of the European *Sedum* species (*Crassulaceae*)". *Flora Mediterranea* [Palermo], **1** : 31-62.
- LLAMAS, F. 1983. "Sobre la presencia de *Sedum aetnense* Tineo en el norte de la Península Ibérica". *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **39**(2): 545-546.
- PAU, C. 1902. "Mis campañas botánicas". *El monitor de la farmacia y de la terapéutica*; Año **8**, n.º 249: 289-290. Madrid.
- PIGNATTI, S. 1982. "*Flora d'Italia*" (Vol. III). Edagricole, Bologna.
- PRAEGER, R. L. 1921. "An account of the genus *Sedum* as found in cultivation". *Journal Royal Horticultural Society*, **46**: 1-314.
- RAYMOND-HAMET, M. 1914. "*Sedum aetnense* Tineo ex Guss. var. *genuinum* Raymond-Hamet". *Bulletin du Jardin Imperial Botanique de St.-Petersbourg*, **14**.
- RÍOS, S., ROBLEDO, A., ALCARAZ, F. & ÁLVAREZ, J. 1993. "Cuatro plantas de interés para la flora del Sureste Ibérico". *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **51**(1): 162-166.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSÃ M. & PENAS, A. 2001. "Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level". *Itinera Geobotanica*, **14**: 5-341.
- 2002. "Vascular plant communities of Spain and Portugal". Addenda to the Syntaxonomical checklist of 2001". *Itinera Geobotanica*, **15**(1-2): 5-922.
- TUTIN, T.G., BURGESS, N.A., CHATER, A. & EDMONDSON, J.R. 1993. "*Flora Europaea*" (2ª edición) Vol. I: 436. Cambridge University Press.
- UICN. 2001. "*Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN (Versión 3.1)*". UICN. Gland (Suiza).
- WEBER, H.E., MORAVEC, J. & THEURILLAT, J.P. 2000. "International Code of Phytosociological Nomenclature". 3rd edition. *Journal Vegetable Science*. **11**: 739-768.

Lám I/Plate I

- 1) Comparativa entre las hojas de *Sedum aetnense* de la población de Aranjuez (izquierda) y la de Segovia (derecha).
-Comparative between leaves of *Sedum aetnense* of Aranjuez population (left) and Segovia (right).
- 2) Comparativa entre los sépalos de *Sedum aetnense* de la población de Aranjuez (izquierda) y la de Zarzuela del Pinar en Segovia (derecha).
- Comparative between sepal of *Sedum aetnense* of Aranjuez population (left) and Zarzuela del Pinar in Segovia (right).
- 3) Hojas de *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.
- Leaves of *Sedum aetnense* subsp. *aranjuezii* nov.
- 4) Hojas de *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*.
- Leaves of *Sedum aetnense* subsp. *aetnense*.
- 5) Semillas de *Sedum aetnense*. A la izquierda se encuentra las pertenecientes a la población de Aranjuez, más grandes que las de la población de Zarzuela del Pinar (derecha). Escala en milímetros. Izq. (0,67x0,27 mm). Dcha. (0,49x0,21 mm).
- Seeds of *Sedum aetnense*. On the left the one belong to the population of Aranjuez which is larger than those of Zarzuela del Pinar (right). Scale in millimetres. Left (0,67x0,27 mm). Right (0,49x0,21mm).

