



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 26 – MES DE ENERO 2010

“UN ACERCAMIENTO A LA BIOLOGÍA DE LAS PLANTAS ANUALES: GERMINACIÓN Y ECOLOGÍA”

AUTORÍA GEMA CRUZ MAZO
TEMÁTICA BIOLOGÍA VEGETAL
ETAPA ESO Y BACHILLERATO

Resumen

Se ha investigado la germinación de una especie vegetal anual de la familia Compuestas. No se encontraron claras diferencias de comportamiento entre tipos de semillas ni entre las poblaciones estudiadas. Se analizan las implicaciones ecológicas del patrón de germinación obtenido y se muestra como un posible trabajo de investigación voluntario a realizar por los alumnos/as de Enseñanza Secundaria (E.S.O. y Bachillerato).

Palabras clave

Germinación, heteromorfismo de semillas, poblaciones, adaptación, ecología, investigación, familia Compuestas, anuales.

1. INTRODUCCIÓN

El heteromorfismo de semillas o producción por un individuo de semillas de diferente forma o comportamiento (Venable, 1985) es un carácter ampliamente extendido en las Compuestas, encontrándose en un 63% de las especies estudiadas (Imbert, 2002). Se asocia normalmente al hábito anual, en especies pioneras o adaptadas a ambientes impredecibles tales como desiertos o semidesiertos (Larson y Kiemnec, 1997) y perturbados antropogénicamente (Harper, 1977). En esta familia el fruto es de tipo aquenio y monospermo, por lo que para mayor sencillez de expresión en determinados casos, nos referiremos a la germinación del aquenio, sabiendo de antemano que estamos hablando de la germinación de la semilla de dicho aquenio.

El desarrollo centrípeto de las flores del capítulo en las Compuestas, y la mayor densidad floral hacia el centro del capítulo favorecen, por criterios ontogenéticos, que las mayores diferencias se encuentren entre los aquenios situados en la periferia del capítulo y los centrales (Porrás y Muñoz, 2000). Pueden diferir en el tamaño, la masa, la forma, color y estructura del pericarpo, ausencia o presencia de estructuras de dispersión (tricomas, vilano) y factores fisiológicos, llevando a posibles diferencias en la capacidad de dispersión, depredación, germinación, emergencia, crecimiento y supervivencia de las plántulas (Ruiz de Clavijo, 2005).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

En la mayoría de las Asteráceas heterocárpicas estudiadas, los aquenios periféricos presentan latencia y una baja capacidad de dispersión, mientras que en los aquenios centrales sucede todo lo contrario (Imbert, 2002). Se trata de una estrategia evolutiva para la dispersión tanto en el espacio como en el tiempo (Venable y Lawlor, 1980) que reduce el impacto de la variabilidad espacio-temporal del ambiente sobre el éxito reproductivo de la planta (Venable, 1985) y los efectos dependientes de la densidad, tales como la competencia. Todo ello favorece la colonización de hábitats altamente variables e impredecibles (Harper, 1977; Ruiz de Clavijo, 2005). Así sucede por ejemplo en *Calendula arvensis* (Ruiz de Clavijo, 2005), *Dimorphotheca sinuata*, *Dimorphotheca polyptera*, *Ursinia cakilefolia* (Beneke et al., 1993), *Centaurea solstitialis* (Larson y Kiemnec, 1997), o *Aster umbellatus* (Chmielewski, 1999). En algunas compuestas los diferentes tipos de aquenio no presentan distintos requerimientos de germinación, tal y como ocurre en *Crepis Sancta* (Imbert, 1999), *Centaurea solstitialis*, *Hypochaeris glabra* o *Dimorphotheca pluvialis* (Imbert, 2002). En otros casos, como en *Bidens bipinnata*, las diferencias entre los aquenios centrales y periféricos varían dependiendo de las poblaciones estudiadas (Imbert, 2002). A su vez en *Bidens frondosa* son sólo los aquenios centrales los que permanecen latentes (Brändel, 2004).

Son factores genéticos y ambientales (latitud, altitud, humedad del suelo, nutrientes del suelo, cobertura de la vegetación y grado de perturbación del hábitat donde maduran las semillas) los que afectan a la capacidad de germinación y latencia de las semillas en una especie. Varía la sensibilidad a la humedad del sustrato, al pH, calcio, y salinidad, requerimientos de temperatura, luz/oscuridad, fotoperiodo, iluminación, calidad de la luz, cantidad de estratificación fría necesaria para romper la dormancia de las semillas, tasa de inducción en dormancia secundaria, y proporción de semillas que sufren de dormancia secundaria (Baskin et al., 2003; Baskin et al., 2004). Es por tanto un fenómeno común la variabilidad intraespecífica tanto dentro como entre poblaciones (Martin y Suzette 2001).

El presente trabajo se centra en el estudio de germinación de una especie anual y heterocárpica de la familia Compositae, *Scorzoneroida palisae*. Se desarrolla bajo el predominio del clima mediterráneo, con un área de distribución situado a ambos lados del estrecho de Gibraltar.

A través de la realización de esta investigación se pretende conocer el papel del heteromorfismo de semillas en *S. palisae* e identificar las posibles variaciones interpoblacionales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Plantas y area de estudio

La especie en estudio se trata de una hierba anual, con raíz vertical, hojas en roseta basal de enteras a pinnatífidas y tallos ramificados. Cada capítulo presenta un involucre con 2-3 filas de brácteas, un receptáculo plano sin brácteas interseminales y lígulas amarillas. Los pelos, cuando están presentes, son simples (Finch y Sell, 1976). Los frutos son de tipo aquenio y monospermos. Aunque son heteromórficos comparten, desde el punto de vista anatómico, el mismo corte transversal, con un pericarpo que presenta 5 costillas prominentes separadas por 5 profundos valles y formado por varias capas: epicarpo pilífero, mesocarpo externo con células reforzadas, mesocarpo medio formado por un anillo simétrico de esclerénquima reducido, mesocarpo interno y endocarpo parenquimático aplastado, difícilmente visible. La capa externa de la testa está diferenciada en células reticulares sentadas y

alargadas longitudinalmente. Los cotiledones son anteroposteriores. En general los aquenios periféricos carecen de vilano y los aquenios centrales tienen un vilano de 10-12 pelos plumosos. En todos los casos los aquenios periféricos se encuentran rodeados por un pliegue interno de las brácteas involucrales.

Los aquenios centrales se dispersan por acción del viento gracias al vilano que presentan, mientras que los aquenios periféricos se mantienen adosados a las brácteas involucrales y con menor posibilidad de dispersión, dada la carencia de estructuras especializadas para ello.

En las poblaciones naturales normalmente comienza la floración a mediados de febrero, y continúa hasta finales de abril, con variaciones según la población y las condiciones climáticas del año en que se desarrolle; por tanto se trata de una especie anual de invierno. Su periodo de vida se ajusta a los meses del año en los que no existe déficit hídrico.

Se encuentra en el suroeste de la Península Ibérica, en algunas localidades del norte de Marruecos, y en las Islas Canarias (Tenerife). Puede habitar en lugares abiertos, tierras baldías, riberas de río y pantano, pinares, dehesas de encina y/o alcornoque, margen de cultivos, cunetas de caminos y carreteras, o en monte abierto por encima de 350 m de elevación (625 m en islas canarias) (Izuzquiza, 1991). Además se encuentra en una gran variedad de tipo de suelos, preferentemente ácidos: arenosos, arcillosos, esquistosos y pizarrosos.

Las semillas recolectadas proceden de seis poblaciones del suroeste de la Península Ibérica, situadas en diferentes sustratos y ambientes (Tabla 1). En todas las poblaciones la densidad de individuos suele ser elevada (entre 8 y 320 individuos/m²).

Tabla 1. Poblaciones estudiadas de *S. palisae* (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) especificándose para cada una de ellas su situación geográfica, hábitat, tipo de sustrato, temperatura media anual (T^m. anual), precipitación media anual (P.m. anual), principales plantas acompañantes y fechas de recolección.

Población	Coordenada geográfica	Altitud	Hábitat	Sustrato	T ^m . anual	P.m. anual	Fechas de recolección
P1. Entre Monesterio y Santa Olalla (Badajoz)	37° 54' N 6° 13' W	515 m.	Cuneta de Carretera.	Pizarra	17.1°C	766 mm	29/02/2004
P2. Villaverde del Río (Sevilla)	37° 35' N 5° 52' W	17 m.	Parcela abandonada entre cultivos y huertas.	Arcilla	17.8°C	524.4 mm	29/02/2004 01/04/2006
P3. Alcalá de Guadaira, junto al Castillo (Sevilla)	37° 20' N 5° 51' W	35 m.	Zona muy perturbada por roturación del terreno, pisoteo de automóviles, cultivos.	Arcilla	18.1°C	543 mm	06/03/2004 04/04/2006
P4. Puebla del río (Sevilla)	37° 11' N 6° 04' W	4 m.	Pinares, próximo al arroyo Majaberraque.	Arena	19°C	532 mm	02/03/2004 02/04/2006
P5. Arroyo de la plata	37° 40' 21" N 6° 14' 32" O	273 m	Dehesa de encinas y alcornoques	Pizarra	15.8°C	810 mm	21/03/2004 03/04/2006



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

(Huelva)							
P6.Almodóvar del río (Córdoba)	37° 48' N, 5° 01' O	121 m	Dehesa de encinas	Pizarra	17°C	598 mm	14/03/2004

2.2. Germinación de semillas

En cada población se recolectaron aquenios centrales y periféricos de 30 individuos separados entre sí aproximadamente dos metros. Los aquenios procedían de capítulos de primer orden de la ramificación. Los aquenios de todas las plantas de cada población se mezclaron y se guardaron en sobres de papel, en oscuridad y a temperatura de laboratorio (ca. 20°C, humedad relativa 50-70%) hasta el momento de empezar las pruebas de germinación. Independientemente del experimento que se tratara, para cada población se utilizaron lotes de 200 aquenios centrales y 200 aquenios periféricos, repartiéndose en 4 réplicas de 50 aquenios cada una para cada tipo de aquenio. Se colocaron sobre dos discos de papel de filtro Whatman# 1 en placas de Petri de 9 cm de diámetro. Cada placa se regó con agua destilada y desionizada hasta que el papel adquiriera suficiente humedad, manteniéndose ésta a lo largo de todo el experimento. Se pusieron a germinar en una cámara de germinación a 13/23 °C (noche/día, 10/14 h.). La disposición de las placas fue al azar y se cambiaron dos veces a la semana para que todas las semillas fueran sometidas a idénticas condiciones ambientales. Las placas se revisaron diariamente durante 43 días, anotándose el número de semillas germinadas (aquellas que presentan la radícula emergida más de 0.2 mm). Al final de cada recuento se retiraban de las placas las semillas germinadas. Se continuaron inspeccionando cada dos o tres días durante 20 días más para confirmar que no germinaban más semillas. Una vez concluido el experimento de germinación se comprobó la viabilidad de las semillas no germinadas, considerándose inviables aquellas que se encontraban cubiertas por hongos o frágiles y con un embrión gris o marrón.

Para cuantificar la respuesta germinativa se analizó el porcentaje de germinación (porcentaje de semillas germinadas al final del experimento), el tiempo de germinación (día en el que se produce la primera germinación) y el número de días en el que se alcanza el 50% de la germinación total en cada placa de Petri (t_{50}).

2.3. Germinación de las semillas centrales y periféricas tras la dispersión

El objetivo es conocer si las semillas de *S. palisae* pueden germinar inmediatamente después de su dispersión, y si existen diferencias de comportamiento entre las semillas centrales y las periféricas.

En la primavera de 2006 se recolectaron cuatro poblaciones de *S. palisae* (P2, P3, P4 y P5) (Tabla 1). Antes de que transcurrieran siete días después de la cosecha (Baskin y Baskin, 1998) se pusieron a germinar, en las condiciones expuestas anteriormente, un total de 1600 semillas.

2.4. Variación interpoblacional en la capacidad de germinación de semillas centrales y periféricas

Las semillas se almacenaron durante al menos un año bajo condiciones de oscuridad y a la temperatura del laboratorio.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

El objetivo es conocer cómo afecta el tiempo de almacenaje a la capacidad de germinación de las semillas, detectando a su vez posibles diferencias de comportamiento entre ambos tipos de akenio, así como entre las poblaciones de cada especie.

En la primavera de 2004 se recolectaron seis poblaciones de *S. palisae* (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) (Tabla 1). En total se pusieron a germinar en Octubre de 2005, 2400 semillas.

Respecto a los análisis estadísticos, en primer lugar se realizó una exploración de la distribución de los datos. Para saber si se ajustaba a la función normal, se utilizó el test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors. La homogeneidad de varianzas se comprobó usando el test de Levene (Visauta, 2002). Para mejorar la normalidad y homogeneidad de varianzas, la variable “porcentaje de germinación” se transformó utilizando arcoseno y la variable “t₅₀” mediante la transformación logarítmica (Zar, 1999).

El efecto de la población y del tipo de fruto sobre la variable de respuesta “porcentaje de germinación”, se analizó mediante un ANOVA factorial de dos vías y de modelo mixto (el factor “población” se consideró aleatorio y el factor “tipo de fruto” se consideró fijo), y sumas de cuadrados de Tipo III. Por otra parte el efecto de la población y del tipo de fruto sobre la variable “t₅₀” se analizó mediante un ANOVA de idénticas características al anterior (Visauta, 2001).

3. RESULTADOS

3.1. Germinación de las semillas centrales y periféricas tras la dispersión

En todas las poblaciones el porcentaje de germinación final de los akenios centrales y periféricos fue nulo, de modo que las semillas recién dispersadas presentan dormancia.

3.2. Variación interpoblacional en la capacidad de germinación de semillas centrales y periféricas

Se encuentran altos porcentajes de germinación, con valores que oscilan entre el $84 \pm 3,55$ % de Villaverde del río y el $99,55 \pm 0,50$ % de Puebla del Río, no existiendo diferencias significativas entre las poblaciones estudiadas y tampoco entre los akenios centrales y periféricos. Por otra parte muestran una rápida germinación, ya que los t₅₀ obtenidos se hayan comprendidos entre $0,92 \pm 0,05$ días de Alcalá de Guadaíra y $2,17 \pm 0,10$ días de Villaverde del Río (Figura 1). En este caso existen diferencias significativas entre las poblaciones pero no entre semillas centrales y periféricas (Tabla 2). Además las semillas comienzan a germinar a partir del primer día de siembra en todas las poblaciones excepto en el caso de los akenios periféricos de Almodóvar del Río (Córdoba).

Figura 1. Tiempos medios de germinación (t50) de los aquenios centrales y periféricos 6 poblaciones de *S. palisae*. Las líneas verticales representan el error estándar.

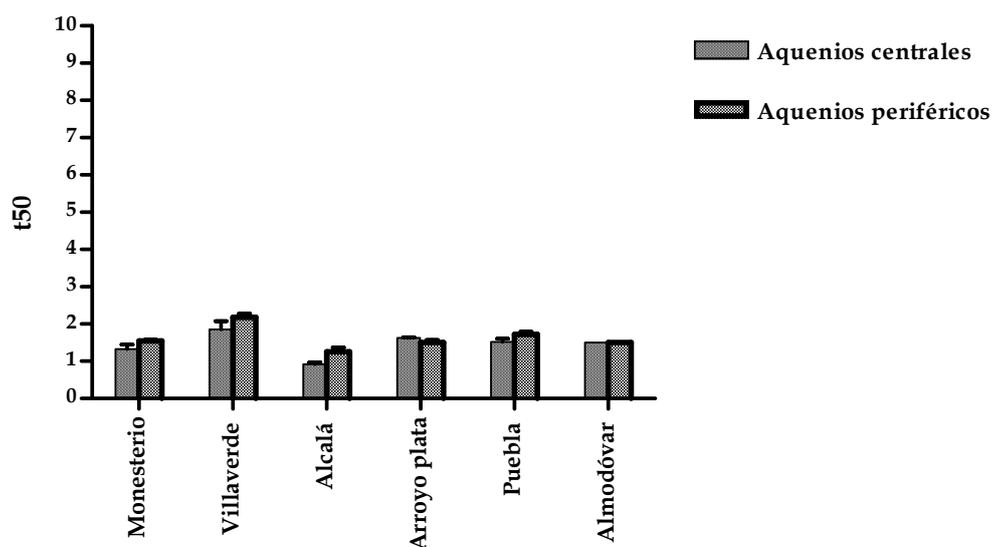


Tabla 2. Resultados de los análisis de varianza de dos vías comparando porcentajes de germinación y tiempos medios de germinación entre ambos tipos de aquenio y entre poblaciones de *S. palisae*

Fuente de variación		g.l.	Germinación(%)			t50		
			C.M.	F	p	C.M.	F	p
Tipo aquenio	Hipótesis	1	160,530	1,090	0,344	0,029	4,253	0,094
	Error	5	147,250			0,007		
Población	Hipótesis	5	133,554	0,907	0,541	0,062	8,953	0,016
	Error	5	147,250			0,007		
Tipo aquenio * Población	Hipótesis	5	147,250	6,077	0,000	0,007	2,595	0,042
	Error	36	24,232			0,003		



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

4. DISCUSIÓN

Los aquenios centrales y los periféricos de *S. palisae*, se producen y dispersan a lo largo de la primavera, y son latentes tras la dispersión. La mayoría de las especies mediterráneas y desérticas presentan dormancia o propiedades estructurales que evitan la germinación inmediata en al menos una proporción de las semillas (Baskin y Baskin, 1998). De este modo se asegura la formación de un banco de semillas en el suelo que es vital para la supervivencia de las especies de ambientes inestables (Venable y Lawlor, 1980), ya que supone una protección ante las posibles lluvias impredecibles de la estación seca que no proporcionan suficiente humedad para el establecimiento y el crecimiento de las plántulas (Fenner, 1985). Así pues, se pospone el comienzo de la germinación hasta finales de otoño, estación en la que normalmente se conjugan humedad y temperatura favorables, de modo que las plántulas dispondrán del máximo tiempo de crecimiento y reproducción a lo largo del invierno y la primavera; son por tanto especies anuales de invierno (Baskin et al., 1994).

En *S. palisae* ambos tipos de aquenios pierden la dormancia y germinan inmediatamente y a gran velocidad en cuanto las condiciones ambientales les son favorables. Por lo tanto no se favorece el mantenimiento del banco de semillas durante más tiempo. Como resultado, la mayoría de las plantas en la población muestran un similar grado de desarrollo, con periodos de floración y fructificación simultáneos. Este hecho es ventajoso ante la acción de los depredadores, polinizadores y agentes dispersantes, aumentando además el grado de cruce entre los distintos individuos de la población. Por otra parte, una germinación temprana en la estación de crecimiento con un alto porcentaje de germinación, supone una ventaja competitiva ante las especies que coexisten en la población (Ruiz de Clavijo, 1998); pero si a las lluvias tempranas les sigue extendidos periodos secos u ocurre algún tipo de perturbación, podría reducirse la fecundidad o provocarse la muerte de la mayoría de los individuos de la población (Ellner y Sumida, 1981). De hecho una planta anual sin banco de semillas, es críticamente vulnerable ante unas condiciones adversas (estrategia de alto riesgo). Un modo de reducir el riesgo en esta situación es poseer una alta capacidad de dispersión en el espacio (Venable, 1985). En *S. palisae* la heterocarpia no supone una estrategia de dispersión en el tiempo, aunque sí puede tratarse de una estrategia de dispersión en el espacio, tal y como ocurre en *Crepis sancta* (Imbert, 1996), especie que comparte el comportamiento de germinación de *S. palisae*. De este modo, los aquenios centrales con vilano podrían dispersarse por el viento a larga distancia, y los aquenios periféricos, sin vilano y adheridos a las brácteas del capítulo, germinarían en el sitio ocupado previamente por la planta madre (estrategia de autorreemplazamiento; Mc Evoy, 1984). El éxito de la especie también dependerá de la habilidad del embrión por mantenerse viable con la edad cuando las semillas se sometan a condiciones ambientales que no propician su germinación. Por ejemplo en *Crepis sancta* los aquenios periféricos mantienen su viabilidad más tiempo que los centrales, por lo que el dimorfismo de los aquenios aumenta la posibilidad de persistir en los hábitats perturbados en los que se desarrolla (Imbert, 1999). Por otra parte en *L. longirrostris*, los aquenios periféricos son más tolerantes al enterramiento y producen plántulas más vigorosas que los aquenios centrales (Ruiz de Clavijo, 2001). El mantenimiento del heteromorfismo de la semilla también puede explicarse por la relación existente entre el tamaño de la semilla y el número de semillas producidas por un individuo (Geritz, 1995), ya que cuando la densidad de los individuos en la población es alta las semillas mayores son más competitivas, mientras que en situaciones de baja densidad, es más beneficiosa la producción



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 26 – MES DE ENERO 2010

de semillas pequeñas que se generan en mayor número bajo un mismo coste energético y que presentan mayor capacidad de dispersión (Venable y Brown, 1988).

Existen diferencias en cuanto a la velocidad de germinación (t50) entre las poblaciones estudiadas. La germinación de las semillas de una especie puede presentar cierta variabilidad dentro de un individuo, dentro de la población o entre distintas poblaciones (Venable y Lawlor, 1980). Sin embargo estas diferencias no siempre guardan una relación de adaptación a las características ecológicas de cada población y se ha comprobado que la variabilidad entre las poblaciones puede ser debida, al menos en parte, a factores genéticos (Baskin y Baskin, 1998).

5. BIBLIOGRAFÍA

Baskin C.C., Baskin J.M. y Chester E.W. (2003). Seasonal changes in the germination responses of buried seeds of three native eastern North American winter annuals. *Plant Species Biology*, número 18 (59-66).

Baskin C.C., Baskin J.M. y Chester, E.W. (2004). Seed germination ecology of the summer annual *Cyperus squarrosus* in an unpredictable mudflat habitat. *Acta Oecologica*, número 26 (9-14).

Baskin, C.C. y Baskin, J.M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. California, USA: Academic Press, San Diego.

Baskin, C.C., Baskin, J.M. y Van auken, O.W. (1994). Germination response patterns during dormancy loss in achenes of six perennial Asteraceae from Texas, USA. *Plant Species Biol.* Número 9 (113-117).

Beneke K., Van rooyen M.W., Theron G.K. y Van de venter H.A. (1993). Fruit polymorphism in ephemeral species of Namaqualand: III. Germination differences between the polymorphic diaspores. *Journal of Arid Environments* (1993) 24: 333-334.

Brändel, M. (2004). The role of temperature in the regulation of dormancy and germination of two related summer-annual mudflat species. *Aquatic Botany*, número 79 (15-32).

Brändel, M. (2004). Dormancy and germination of heteromorphic achenes of *Bidens frondosa*. *Flora* número 199 (228-233).

Chmielewski J.G. (1999). Consequences of achene biomass, within-achene allocation patterns, and pappus on germination in ray and disc achenes of *Aster umbellatus* var. *umbellatus* (Asteraceae). *Canadian Journal of Botany*, número 77 (426-433).

Ellner S. y Shmida A. (1981). Why are adaptations for long-range seed dispersal rare in desert plants? *Oecologia*, número 51 (133-144).

Fenner, M. (1985). *Seed ecology*. London, U.K.: Chapman and Hall.

Geritz S.A.H. (1995). Evolutionarily stable seed polymorphism and small-scale variation in seedling density. *The American Naturalist*, número 146 (685-707).

Harper, J.L. (1977). *Population Biology of Plants*. London: Academic Press.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 26 – MES DE ENERO 2010

- Imbert E. (2002). Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, número 5 (13-36).
- Imbert, E. (1999). The effects of achene dimorphism on the dispersal in time and space in *Crepis sancta* (Asteraceae). *Canadian Journal of Botany*, número 77 (508-513).
- Imbert, E., Escarre J. y Lepar J. (1996). Achene dimorphism and among population variation in *Crepis Sancta* (Asteraceae). *International Journal of Plant Science*, volume 3, número 157 (309-315).
- Izuzquiza, A. (1991). A new species and two new combinations of *Leontodon* (Asteraceae, Hypochoeridinae). *Nordic Journal of Botany*, número 11 (33-40).
- Larson L. y Kiemnec G. (1997). Differential germination by dimorphic achenes of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis* L.) under water stress. *Journal of Arid Environments*, número 37 (107-114).
- Martin A. y Suzette P. (2001). Interannual and interpopulation variation in *Helichrysum stoechas* (Asteraceae), a species of disturbed habitats in the Mediterranean region. *Plant Species Biology*, número 16 (29-37).
- MC Evoy P.B. (1984). Dormancy and dispersal in dimorphic achenes of tansy ragwort *Senecio jacobea*. *Oecologia*, número 61 (160-168).
- Porras, F. y Muñoz, J.M. (2000). Achene heteromorphism in the cleistogamous species *Centaurea melitensis*. *Acta Oecologica*, volumen 4, número 21 (231-243).
- Ruiz De Clavijo, E. (2001). The role of dimorphic achenes in the biology of the annual weed *Leontodon longirrostris*. *Weed Research*, número 41 (275-286).
- Venable D.L. y Brown, J.S. (1988). The selective interactions of dispersal dormancy and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *The American Naturalist*, número 131 (360-384).
- Venable, D.L. y Lawlor, L. (1980). Delayed germination and dispersal in desert annuals, escape in space and time. *Oecologia*, número 46 (272-282).
- Venable, D.L. (1985). The evolutionary ecology of seed heteromorphism. *The American Naturalist*, número 126 (577-595).
- Visauta, B., (2001). *Análisis estadístico con SPSS para Windows: estadística multivariante*. Madrid: Mac Graw Hill, D.L.
- Zar, J.H. (1999). *Bioestadistical analysis*. New York: Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall.

Autoría

- Nombre y Apellidos: GEMA CRUZ MAZO
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. "Sierra de San Jorge", Villanueva del Trabuco, Málaga.
- E-mail: gcrumaz@upo.es