

ESTRATEGIAS GERMINATIVAS DE LAS SEMILLAS EN AMBIENTES ÁRIDOS

GERMINATIVES STRATEGIE SEEDS IN ARID ZONES

J. Sánchez Salas^{1,2}(jimmybios@hotmail.com), E. Jurado Ybarra² (enrique_jurado@hotmail.com),
M. Pando Moreno² (mpando55@hotmail.com), J. Flores Rivas³ (joelflores85@hotmail.com),
G. Muro Pérez² (g_muro23@hotmail.com).

(1) Escuela Superior de Biología – UJED. Av. Universidad s/n. Fracc. Filadelfia. C.P. 35070. Gómez Palacio, Durango, México.
(2) Facultad de Ciencias Forestales – UANL. Carr. Nac. Km. 145, Apartado Postal 144, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.
(3) Camino a la Presa San José 2055. Col. Lomas 4 sección CP. 78216. San Luis Potosí, S.L.P.

RESUMEN. El proceso germinativo abarca una serie de eventos que son controlados por factores abióticos, que se llevan a cabo en las plantas y semillas de ambientes áridos. Estos factores impulsan en plantas y semillas el desarrollo de la capacidad para sobrevivir y adaptarse a la sequía que conjuntamente producen las dos principales formas de vida desértica a causa de enfrentar la sequía. Sin embargo, una estrategia está constituida por una serie de características que pueden ser agregadas o independientes y proporcionan una ventaja para la adaptación al ambiente, presuponiendo que las estrategias se pueden exteriorizar de acuerdo a la habilidad para tolerar el estrés.

Palabras clave: Capacidad, Adaptación, Características, Estrés y Disturbio.

SUMMARY. The germinative process includes a series of events that are controlled by abiotic factors that carry out in the plants and arid environment seeds. These factors drive in plants and seeds the development of the capacity to survive and to adapt to the drought that jointly the two main forms of desert life because of facing the drought produce. Nevertheless, a strategy is constituted by a series of characteristics that can be added or independent and provide an advantage for the adaptation in the atmosphere estimating that the strategies can be expressed according to the ability to tolerate stress.

Key words: Capacity, Adaptation, Characteristics, Stress and Disturbance.

INTRODUCCIÓN

La germinación es un proceso morfogénico que termina el periodo de latencia del embrión de una semilla que le permitirá convertirse en plántula (Angevine y Chabot, 1979). Es común que en ambientes áridos y semiáridos se presenten inconvenientes en la germinación, pues las semillas están sometidas a fuertes restricciones de agua (Harper, 1997) y condiciones de temperatura extremas, donde además, del origen y régimen termosensible al que están sujetas regulan y determinan la efectividad, velocidad y calidad de la germinación (Arredondo *et al.*, 1995).

Como respuesta a las diversas condiciones a las que están sujetas las semillas y plantas xerofitas, estas desarrollaron la capacidad de adaptarse y sobrevivir a periodos prolongados de sequías, mediante el aprovechamiento inmediato del agua disponible

temporalmente para su posterior germinación. A esta condición se le conoce como “método escapista”, donde las semillas solo germinarán cuando existan las condiciones adecuadas (i. e. temperatura, humedad) para sobrevivir en estado adulto.

Capacidad de adaptación

Esto debido a que las plantas modifican sus capacidades de adaptación a través de las semillas (Hernández, 2006), pues registran el escenario adverso del ecosistema, para posteriormente, transmitir genéticamente la información que formará nuevas generaciones de plántulas resistentes al ambiente extremo. Esta condición también se considera como una posterior “variante fenotípica” que proporcionará mayor eficacia biológica a una o varias series de variantes en un medio determinado (Reeve y Sherman, 1993). Estas variantes son consideradas como las responsables de los dos tipos de formas de vida

desérticas existentes, según la estrategia con que afrontan la sequía (Leopold, 1989).

1) La forma de vida más común son las plantas, donde su estrategia consiste en desarrollar un mecanismo para almacenamiento de agua subterráneo o bien alguna forma para reducir los requerimientos de la misma (i.e. succulencia, presencia de espinas o microfilia) y la segunda forma, son las semillas.

Concepto de estrategia

Es conveniente aclarar que el concepto de “estrategia” hace referencia a una serie de características agregadas o independientes, las cuales representan en cierta manera una ventaja adaptativa hacia los ambientes en los que se distribuyen los organismos.

Modelos de adaptación

Se han propuestos varios modelos de estrategias en función de la historia de vida a la que las plantas de ambientes áridos están sujetas en relación al estrés y disturbio ambiental, tales como las siguientes: 1) Estrategia ruderal sujeta a alto disturbio y bajo estrés; 2) Estrategia de la tolerancia al estrés como resultado de un alto estrés y bajo disturbio y 3) Estrategia competitiva, que involucra adaptaciones a las condiciones de bajo estrés y bajo disturbio (Grime, 1974).

Sin embargo, en estos modelos la permutación de alto estrés y alto disturbio no son considerados como estrategias, pero si la razón por lo cual la semilla a experimentado sucesivas adaptaciones estructurales que permiten aumentar la capacidad de la germinación a través de la combinación de diferentes estrategias (Niembro, 1982).

Función de las semillas

Es necesario considerar las capacidades inherentes de las semillas como son: la capacidad de dispersión, tamaño y viabilidad, por producir efectos distintos en la germinación entre las especies y las mismas especies (During, 1979); mientras que los elementos que caracterizan al medio donde se lleva a cabo el proceso, son definidos en términos de competencia, estrés y frecuencia de perturbaciones (Lloret, 1990).

Basándose en los elementos relacionados con el estrés y disturbio como progenitores de diferentes estrategias presentes en el proceso de germinación; se considera como fundamento el modelo bajo el cual Grime (1974) el cual presupone que las estrategias se pueden exteriorizar de acuerdo a la habilidad para tolerar el estrés; resultando de está: un alto estrés y bajo disturbio.

Como requisito obligado para aplicar este modelo en zonas áridas, es necesario que las plantas respondan

a través de sus semillas a condiciones de competencia, estrés y disturbio similar entre ellas (*idem*). Por tanto, se puede considerar que el modelo, se ajusta perfectamente a las condiciones presentes en ambientes áridos, pues generalmente en estos ecosistemas los organismos se encuentran continuamente en altos niveles de estrés (temperaturas extremas y escasez del recurso hídrico), por las condiciones propias del ecosistema; y que se considera de bajo disturbio debido a una ausencia de eventos que modifiquen repentinamente el mismo, a diferencia del fuego en zonas áridas como en la vegetación de fynbos (Pickett y White, 1985).

ESTRATEGIAS GERMINATIVAS EN AMBIENTES ÁRIDOS

Adaptación a períodos discontinuos de humedad

Las especies de ambientes áridos y semiáridos responden estratégicamente formando semillas de diferentes tamaños. Harper *et al.* (1970), determinaron que la función principal de formar varios tamaños de semillas favorece la germinación, donde las semillas pequeñas poseen capacidades germinativas vertiginosas o bien una mayor efectividad en la dispersión, viabilidad, emergencia, supervivencia e incremento de la habilidad competitiva de las plántulas. Sin embargo, South *et al.* (1985); Venable y Pake (1999), mencionan que el efecto de mayor importancia se presenta a nivel de sobrevivencia en plántulas, mientras que Barbour *et al.* (1999), consideran que el tamaño de las semillas puede variar entre poblaciones o individuos como resultado de diferencias genéticas o por diferencias en la historia de vida de cada planta; por lo tanto el tamaño de la semilla producirá resultados germinativos distintos en cada especie.

Adaptación a mínima movilización, dispersión o diseminación de las semillas

Una de las estrategias que generalmente pasa desapercibida es la cantidad de semillas por fruto, principalmente en especies que carecen de algún tipo de mucílago o estructura accesoria. La estrategia consiste en formar y ofrecer una gran cantidad de semillas disminuyendo la probabilidad de contener semillas en mal estado (no apetecibles para el consumidor o dispersor) y aumentar las cualidades nutritivas atrayendo principalmente a las hormigas granívoras, aves y roedores que son las principales dispersores de ambientes áridos (Buckley, 1982). Por otro lado, las semillas de ambientes áridos producen estructuras que les ayudan a la dispersión como elaiosomas (reservas de sustancias nutritivas), pulpa, arilos o características de adhesión. Las que carecen de ellas poseen estructuras laminares o “alas” para una dispersión eólica (Jurado y Westoby, 1999); las cuales funcionan como parte de la dieta de algunos reptiles

menores en la cual incluyen granos (Sáez y Traveset, 1995; Corlett, 1998).

Condiciones de humedad y temperaturas extremas

Las semillas de ambientes áridos han demostrado algún tipo de habilidad, ya sea por adaptaciones morfológicas, fisiológicas o por estrategias reproductivas, o la combinación de algunas de éstas, para alcanzar la madurez y poderse reproducir en este ambiente. El fenómeno de viviparidad es un claro ejemplo de estas estrategias, pues activa la germinación de las semillas dentro del fruto con la finalidad de formar plántulas con estados de desarrollo más avanzados que las que germinan en el exterior. En plantas existen dos tipos de viviparismo: Viviparidad verdadera y pseudoviviparidad. La viviparidad incluye la formación asexual de plántulas o bulbillos y es más común en monocotiledóneas. La pseudoviviparidad implica la formación sexual de prole con considerable crecimiento embrionario que penetra la pared del pericarpio, previa a la dispersión de la planta madre (Cota, 2007).

La combinación de características de los frutos vivíparos, tales como pericarpio grueso, generalmente carnosos y con pulpa, proporciona condiciones propicias que promueven la germinación y a la vez incuban y embeben a las semillas y plántulas en una barrera protectora aislante contra factores adversos. Un ejemplo claro de viviparidad se da en el cactus epífita *Epiphyllum phyllanthus*, que produce plántulas con mayor tamaño y un alto grado de diferenciación radicular y cotiledonar que le proporcionará mayor probabilidad de establecerse y sobrevivir en comparación con plántulas menos diferenciadas (*Op. Cit*). Esta estrategia se basa principalmente en la disminución excesiva del ácido abscísico (ABA) endógeno de la semilla, el cual provoca una germinación precoz aún y cuando la semilla se encuentra dentro del embrión (Quatrano, 1987 citado por Salisbury y Ross, 2000).

Velocidad de germinación (MGT)

Las especies de ambientes áridos producen semillas que responden positivamente en mayor o menor grado a los períodos intermitentes del recurso hídrico. Generalmente estas especies presentan dos estrategias típicas, la primera donde se agrupan especies que arriesgan un lote mínimo de semillas post-precipitación, germinando rápidamente y la segunda donde se encuentran semillas con alta germinabilidad, las cuáles germinan a consecuencia de la acumulación de humedad en el suelo de varios días (Jurado y Westoby, 1999). Se ha propuesto que generalmente la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura, respondiendo a fluctuaciones estacionales y cotidianas (Taylor *et al.* 1999) o bien por el incremento

de la actividad enzimática que se encarga del desdoblamiento de las sustancias de reserva en las semillas (Copeland, 1976). La velocidad de germinación se encuentra relacionada proporcionalmente con el tamaño de la semilla, por lo que las semillas grandes presentarán una germinación más lenta por tomarles mayor tiempo en acumular humedad y embeberse, mientras que las semillas pequeñas presentan un menor cociente de superficie/volumen aumentando su velocidad germinativa (Harper *et al.* 1970).

Dormancia

La dormancia es una de las respuestas estratégicas de mayor importancia para la sobrevivencia en ambientes áridos. Esta se hace presente cuando en el medio no se reúnen las características favorables y por consecuencia no se lleva a cabo la germinación (Rolston, 1978). Para Venable y Lawlor (1980).

La dormancia se puede interpretar como el resultado de una estrategia de dispersión en el tiempo que previene la germinación de semillas ante eventos climáticos ocasionales (chubascos, rocíos) que se presentan en épocas secas pero que no aportan la humedad suficiente para que pueda asegurarse el establecimiento y crecimiento de las plántulas (Fenner, 1985); por otro lado, las semillas de ambientes desérticos responden estratégicamente con la formación de bancos de semillas persistentes en el suelo que poseen como característica principal una cubierta tegumentaria dura (*idem*).

Las variaciones de precipitación en las zonas áridas, estimulan como respuesta a las mismas el desarrollo de especies vegetales, adaptadas a sobrevivir en un constante estado de tolerancia y latencia (Toledo y Zapater, 1989); estrategia conocida como "Desierto florido". Se ha observado que las semillas de plantas anuales responden al impulso intermitente de agua más que a la cantidad de agua acumulada en un año, como en el caso de semillas de plantas anuales del desierto costero de Chile, que responden a umbrales de agua alrededor de los 15 mm de precipitación (Vidiella y Armesto, 1989). A través de la dormancia, la longevidad de la semilla se mantiene, esperando que las condiciones ambientales sean favorables, por lo que la capacidad de las semillas de tolerar extrema desecación es una de las respuestas adaptativas más significativas de las plantas superiores (Priestley 1986; LePrince *et al.* 1993).

CONCLUSIONES

El proceso germinativo depende de un complicado pero bien integrado serie de transformaciones químicas y físicas cuyo fin es mantener la latencia del embrión y a la vez indefinido para activar las puntas de germinación.

Las estrategias, deben ser evaluadas con el propósito de entender la dinámica de la germinación en zonas áridas.

Se está explorando la forma de la semilla y estructuras accesorias como estrategia impulsada para capturar sobre la testa una mayor cantidad de agua.

LITERATURA CITADA

- Angevine, M. V. y Chabot, B. F. 1979. Seed germination syndromes in higher plants. In: Solbrig, O.; Jain, S.; Johnson, G. and Raven, P. (eds). Topics in plant population biology. Columbia University Press, New York. 188-206 pp.
- Arredondo, G. A. y Camacho, M. F. 1995. Germinación de *Astrophytum myriostigma* (Lemaire) en relación con la procedencia de las semillas y temperatura de incubación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México. 34-38 pp.
- Barbour, M. G.; Burk, J. H.; Pitts, W. D.; Gillian, F. S. and Schwartz M. W. 1999. Allocation and life history patterns. In: Terrestrial Plant Ecology. 3 ed. Benjamin Cummings. An Imprint of Addison Wesley Longman, USA. 88-116 pp.
- Buckley, R. C. 1982. Ant-plant interactions: a world review. In: Buckley, R. C. (ed.). Ant-plant interactions in Australia. W. Junk, The Hague. 111-141 pp.
- Copeland, L. O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company. Minnetota. USA. 369 pp.
- Corlett, R. T. 1998. Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) region. Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society 73: 413-448.
- Cota, S. H. J. 2007. Viviparidad en Cactáceas: Un extenso campo de investigación. Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc. 4(1) enero-abril 2007.
- During, H. 1979. Life strategies of bryophytes: a preliminary review. Lindbergia 5: 2-18.
- Fenner, M. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall, USA. 151 pp.
- Grime, J. P. 1974. Vegetation Classification by Reference to Strategies.
- Harper, J. L. 1997. The Population Biology of Plants. 892 pp. Academic Press. New York. USA.
- Harper, J. L.; Novell, P. H. and Moore, R. G. 1970. The shapes and sizes of seeds. Annual Review of Ecology and Systematic. 1:327-356.
- Hernández, M. H. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Colección: La ciencia para todos 213. Fondo de cultura económica. México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77:313-315.
- Jurado, E. y Westoby, M. 1999. Biología de germinación de plantas selectas de Australia Central. UANL, Facultad de Ciencias Forestales. Reporte científico No. 18. 25 pp.
- Leopold, A. S. 1989. El Desierto. Séptima edición, Colección de la Naturaleza de Time Life. Ediciones Culturales Internacionales. México.
- Leprince, O.; Hendry, G. A. F. y Mckersie, B. D. 1993. The mechanism of desiccation tolerance in developing seeds. Plant, Cell and Environment 13: 539-546.
- Lloret, F. 1990. Estrategias de vida en Briofitos. Ensayos de su estudio en briofloras locales. Anales Jardín Botánico de Madrid. 46(2): 359-369.
- Niembro R., A. 1982. Estructura y Clasificación de Semillas Forestales Mejicanas. Editorial Limusa. México.
- Pickett, S. T. A. y White, P. S. 1985. The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, USA. 472 pp.
- Priestley, D. A. 1986. Seed Aging: Implications for seed storage and persistence in the soil. Comstock Pub. Cornell University. Press. Ithaca, USA. 304 p.
- Reeve, H. K. y Sherman, P. W. 1993. Adaptation and the goals of evolutionary research. Quart. Rev. Biol., 68: 1-32
- Rolston, M. P. 1978. Water impermeability seed dormancy. Botanical Review. 44:365
- Sáez, E. y Traveset, A. 1995. Fruit and nectar feeding by *Podarcis lilfordi* (Lacertidae) on Cabrera Archipelago (Balearic Islands). Herpetological Review 26: 121-123.
- Salisbury F.B. y Ross C.W. 2000. "Fisiología de las Plantas". Desarrollo de las Plantas y Fisiología Ambiental. Ed. Thomson-Paraninfo. Tomo 3.
- South, D. B; Boyer, J. N. and Bosh, L. 1985. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13 year results. South. J. Appl. For. 9:76-81.
- Taylor, J. P; Wester, D. B. and Smith, L. M. 1999. Soil disturbance, flood management, and riparian woody plant establishment in the Rio Grande floodplain. Wetlands 19:372-382.
- Toledo, X. y Zapater, E. 1989. Geografía general y regional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 443 pp.
- Venable, D. L. and Pake, C. E. 1999. Population ecology of desert plants. In: Ecology of Desert Plants. Robichaux R. H. (ed). The University of Arizona Press. USA. pp 115 – 142.
- Venable, D. L. y Lawlor, L. 1980. Delayed germination and dispersal in desert annuals: escape in space and time. Oecologia 46: 272-282.
- Vidiella, P. y Armesto, J. J. 1989. Emergence of ephemeral plant species from soil samples of the Chilean coastal desert in response to experimental irrigation. Revista Chilena de Historia Natural 62: 99-107.