

EMERGENCIA Y CRECIMIENTO PLANTULAR DE *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. EN RELACIÓN A TAMAÑO DE SEMILLA Y MICROAMBIENTES

Luis Pérez Romero¹
Rafael Jiménez Salazar²
Roberto Nava Coronel³
Ricardo Reynaga Valdés⁴

RESUMEN

En este estudio se evaluaron las fases de emergencia y subsecuente crecimiento plantular de *Atriplex canescens* influenciado por el tamaño de semilla y microambientes en comunidades de *Larrea*. Para tamaño de semilla de *A. canescens* se seleccionaron dos tamaños: 3.0 mm (grandes) y 2.0 mm (pequeños) y se definieron tres microambientes a partir del centro de la planta adulta de *Larrea*: (i) isla de fertilidad, (ii) periferia de *Larrea* y (iii) entre arbustos de *Larrea*. Este estudio fue conducido bajo condiciones de invernadero.

Los resultados indican que el tamaño de semilla no tiene una influencia significativa en emergencia y crecimiento plantular de *A. canescens*. No obstante, el microambiente muestra una significancia en sus efectos sobre la emergencia y crecimiento. Resultando que tanto la emergencia como el crecimiento fue mayor en la isla de fertilidad que en el microambiente caracterizado entre arbustos de *Larrea*.

INTRODUCCIÓN

En el Desierto Chihuahuense, las poblaciones de *A. canescens* (costilla de vaca) se han visto disminuidas debido a la sobreutilización de este arbusto forrajero por herbívoros domésticos, lo que ha causado un cambio en especies de menor valor forrajero tal como *Larrea tridentata* o gobernadora, a tal grado

1, 3 y 4 M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Recursos Naturales, Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

2. M.Sc. Maestro Investigador del Depto. de Tecnología de Semillas, Div. de Agronomía. UAAAN.

que hoy en día es la especie dominante en algunas comunidades (González, 1975). El problema ha sido que, en la mayoría de los casos, las tasas de cambio poblacional de costilla de vaca han sido lentas o nulas. La distribución y presencia de plantas adultas en una comunidad son debido a los eventos que ocurren en el proceso de establecimiento plantular. Dos factores pueden estar influyendo: la tasa de cambio poblacional, tamaño de semilla y sitio seguro o micrositios, son factores determinantes en los tipos de comunidades en la cual una especie tiene éxito (Harper, 1977; Grubb, 1977).

El objetivo principal fue determinar la relativa importancia del tamaño de semilla y microambientes sobre la habilidad de una planta para establecerse bajo condiciones naturales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Tamaño de Semilla

Una posible ventaja del desarrollo del dimorfismo o polimorfismo en semillas, es en la regulación de distribución de recursos por las plantas a los diferentes tipos de semilla, el cual permite una respuesta directa a los cambios ambientales (Harper *et al.*, 1970; Harper, 1977). Esto es de gran significancia en especies que crecen en ambientes adversos (Ungar, 1983), porque tienen una estrategia alternante, temporal y espacial en la germinación.

Se ha observado que la diferencia en tamaño de semilla y tiempo de germinación entre las semillas en una especie, afecta la biología poblacional de la progenie, que resulta en una diferente habilidad competitiva, sobrevivencia y reproducción (Baskin y Baskin, 1972; Cook, 1979; Cideciyan y Malloch, 1982; Philipillai y Ungar, 1984).

Emergencia

El papel que juega el tamaño de la semilla bajo condiciones naturales es muy importante, ya que Cook (1980), considera que las semillas pueden presentar una gran variabilidad en su capacidad a permanecer en letargo o viables en el suelo. Así mismo, se tiene que esta variabilidad en el tamaño de la semilla requiere de diferentes condiciones ambientales para que ocurra la emergencia (Harper *et al.*, 1965; Silvertown, 1981; Westoby, 1981).

Graves *et al.*, (1974), encontraron que el tamaño de la semilla en *Atriplex polycarpa* tiene una influencia marcada sobre la germinación, la cual es mejor en las semillas grandes que en las pequeñas. De igual manera, Ungar (1982) menciona que las semillas grandes producidas por *Salicornia europaea* y *Atriplex triangularis* presentan aparentemente una menor latencia y germinan más rápido que las semillas pequeñas.

Las semillas pequeñas de *S. europaea* tienen mayores requerimientos para germinar. Sesenta por ciento de las semillas grandes germinaron cuando fueron enterradas en suelos, y únicamente el 4% de las semillas pequeñas germinaron (Philipupillai y Ungar, 1984).

Cideciyan y Malloch (1982) analizaron el efecto del tamaño de la semilla sobre la germinación de *Rumex crispus* y *Rumex obtusifolius*; encontraron que el tamaño de semilla no tiene efecto sobre el porcentaje de *R. obtusifolius*, pero la germinación del tamaño 1.0-2.0 mm de *R. crispus* fue significativamente más baja que en el tamaño de semilla mayor de 1.2 mm.

Wulff (1986) menciona que en *Desmodium paniculatum*; las plántulas de semillas grandes producen un mayor sistema radical que aquéllas de semillas más pequeñas y que éstas son capaces de emerger a mayores profundidades del suelo.

En *A. canescens* North y Whitacre, (1957) encontraron que la germinación varía inversamente con el tamaño de semilla, ya que las semillas más pequeñas (1/14") tuvieron un 54 %, mientras que las grandes (8/64") únicamente un 33 %.

Crecimiento

El término crecimiento es principalmente usado para describir cambios irreversibles en tamaño, forma y ocasionalmente para describir cambios en número. Esta definición es aplicada para el estudio cuantitativo del funcionamiento de la planta (Hunt, 1984).

El tamaño de semilla fue positivamente correlacionado con algunas variables del crecimiento en el estado plantular, sobre todo con respecto al peso seco total (Wulff, 1986). Plántulas de semillas grandes responden a la adición de nutrimentos con un mayor incremento en peso seco y área foliar comparadas con aquéllas de semillas pequeñas. Se encontró que, con la adición de nutrimentos, las plántulas mayores tienen un 35 % más de peso seco que las pequeñas cuando crecen en condiciones de bajos nutrientes, pero tienen hasta un 65 % más de peso seco cuando crecen en condiciones altas de nutrimentos.

Plántulas de *A. triangularis* provenientes de semillas grandes, son mayores que aquéllas originadas por pequeñas y medianas semillas (Khan y Ungar, 1984). Un incremento en el estrés de sales inhiben el crecimiento plantular, siendo mayor en semillas pequeñas que en semillas grandes.

En contraste, en *Xanthium strumarium* (Zimmerman y Weis, 1983) y en *Hyptis suaveolens* (Wulff, 1973) se encontró que plántulas de semillas pequeñas

tienen una mayor tasa de crecimiento que aquéllas de semillas más grandes durante el desarrollo plantular. Taylor, (1972) menciona que semillas pequeñas, en *Trifolium subterraneum*, producen relativamente plantas más grandes que las semillas grandes. Sus mayores tasas de crecimiento relativo en plántulas de pequeñas semillas está asociado con la mayor relación de área foliar.

Tamaño de Semilla-Microambiente

Una característica de la semilla que puede estar en función de los requerimientos para diferentes sitios seguros o microambientes es su tamaño. Harper (1977) afirma que el éxito del establecimiento de un individuo en una población de plantas, está determinado inicialmente en su desarrollo, el cual está en función de sus recursos en la semilla y de su tasa de crecimiento en un micrositio existente. Winn (1985) menciona que tanto el tamaño de semilla como las características del micrositio afectan la emergencia plantular de *Prunella vulgaris*. En general, las semillas grandes tienen mayor porcentaje de emergencia. El mantillo y cobertura de herbáceas inhibe la emergencia en un bosque y la cobertura de herbáceas impide la brotación en un habitat caracterizado por un campo abandonado. En todos los habitats estudiados, las semillas con mayor tamaño tuvieron menores requerimientos. Asimismo, concluyen que dentro de un habitat a nivel poblacional, la magnitud del efecto de tamaño de semilla sobre la emergencia plantular, puede estar influenciada por dos factores; la población media del tamaño de semilla producida y la abundancia de micrositios favorables.

Por su parte, Gross y Warner (1982) demostraron que tanto *Oenothera biennis* como *Verbascum thapsus*, cuyo peso de semilla era de 0.2 mg y 0.6 mg, respectivamente, se establecían sobre suelo desnudo, mientras que *Daucus carota* de 1.0 mg y *Tragopogon dubius* de 6.8 mg, emergían y sobrevivían tanto en suelo desnudo como en suelo cubierto con vegetación. Por otro lado, Gross (1984) encontró que, dentro de especies, las categorías de tamaño de semilla de *Daucus carota* y *Oenothera biennis* observaron diferencias en el porcentaje de emergencia, dependiendo del micrositio en el cual se encontraba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en los invernaderos ubicados en la Unidad Saltillo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Características de los Microambientes

Con el propósito de seleccionar el área de estudio, se hicieron recorridos de campo en la comunidad de *Larrea-Atriplex* descrita por Gutiérrez (1979) para determinar aquéllas en donde se pudieran tener las características para la re-

alización del trabajo. Los microambientes considerados como tales están en función de las modificaciones creadas alrededor de arbusto de *Larrea*.

El muestreo del suelo fue de acuerdo a Cox *et al.*, (1984) que consiste en seleccionar 10 arbustos de *Larrea* típicos, aproximadamente de la misma altura y cobertura. La muestra del suelo de los primeros horizontes fueron colectados en una sola dirección (Este) a tres distancias del arbusto. Los microambientes definidos fueron:

- 1) Isla de fertilidad (distancia cero)
- 2) Periferia del arbusto (distancia 50 cm)
- 3) En las áreas abiertas entre arbustos de *Larrea* (distancia 100 cm)

Las características químicas del suelo y materia orgánica (Cuadro 1) fueron hechas a través de muestreos a tres distancias de *Larrea*, tanto vertical como horizontal. Los valores de las características se utilizarán únicamente para fundamentar la discusión de la respuesta del crecimiento de *A. canescens*. De aquí en adelante nos referiremos únicamente como: 1) Isla de fertilidad, 2) Periferia de *Larrea* y 3) Entre arbustos de *Larrea*; microambientes que caracterizan las tres distancias definidas *a priori*.

Se considera como isla de fertilidad al microambiente de suelo que cubre la proyección del dosel del arbusto de *Larrea*, caracterizado con una mayor proporción de mantillo; periferia de *Larrea*, la cual queda delimitada por el borde de la proyección del dosel y entre arbustos, como aquella área que queda comprendida por los espacios vacíos entre *Larrea* y *Larrea*.

Emergencia

Las semillas de *A. canescens* utilizadas en este estudio fueron colectadas durante junio de 1986, de plantas maduras creciendo en poblaciones naturales del campo experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas. Las semillas fueron almacenadas en bolsas de papel.

Las semillas fueron escarificadas con lija para posteriormente categorizar sus tamaños. Los tamaños de las semillas se separaron en cribas de diferentes calibres en el laboratorio de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) en Torreón, Coahuila. De los diferentes tamaños de semilla obtenidos, únicamente fueron considerados grandes (3.0 mm) y pequeño (2.0 mm) para los diferentes estudios, debido principalmente a que estos tamaños eran los que presentaban una mayor disponibilidad de semillas.

Las semillas fueron germinadas sobre camas de 50 x 50 cm, que contenían el suelo del primer horizonte (10 cm) proveniente de los tres microambientes generados por el arbusto de *Larrea* considerados *a priori*. Se utilizaron tres repeticiones de 100 semillas desarrolladas y sin dañar. Las semillas fueron consi-

Cuadro 1. Características de nutrientes y materia orgánica en tres microambientes a través de tres distancias de Larrea bajo condiciones naturales.

Horizonte	Isla de fertilidad (cero)			Periferia arbusto 50 cm			Entre arbusto 100 cm		
	N %	P kg/ha	K MO kg/ha %	N %	P kg/ha	K MO kg/ha %	N %	P kg/ha	K MO kg/ha %
Ah ₁	0.260	51.23	1112.0	0.165	33.09	1112.0	0.125	37.76	1112.0
Ah ₂	0.085	17.03	832.0	0.090	17.26	922.5	0.065	12.64	1112.0
BC ₃	0.03	2.75	162.0	0.035	2.42	247.0	0.038	1.43	697.5

deradas emergidas cuando aparecieron sobre la superficie del suelo y se regaron semanalmente por un período de mes y medio.

Los datos de emergencia fueron analizados bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2 en tres repeticiones.

Crecimiento

Después de la emergencia plantular de las diferentes categorías por tamaño de semilla (3.0 y 2.0 mm) se evaluó el crecimiento plantular a través de cosechas de plántulas cortadas al raz del suelo a intervalos de un mes cada uno, por un período de tiempo de cuatro meses. Después del corte, las plántulas eran secadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 70°C por 48 horas para obtener peso constante y posteriormente pesarse al 0.0001 g en una báscula analítica para considerar el peso total acumulado por plántula.

Para su análisis se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas subdivididas (3 x 2 x 4) con tres repeticiones. Se consideró como parcela grande el factor microambientes (A); parcela mediana el factor tamaño de semilla (B) y en la parcela pequeña el factor tiempo de cosecha (C).

RESULTADOS

Emergencia

El análisis de varianza muestra que en el efecto del tamaño de semilla no existió diferencia significativa ($P > 0.01$) en la emergencia plantular de *A. canescens*. Sin embargo, el factor microambiente, caracterizado por suelo, sí fue altamente significativo en sus efectos sobre la emergencia plantular (Cuadro 2), lo cual no se encontró para sus interacciones posibles. El suelo proveniente del microambiente isla de fertilidad de *Larrea* y periferia del arbusto de *Larrea*, resultaron semejantes entre sí con 29.7 y 23.3% de emergencia y la isla de fertilidad superior al suelo proveniente del microambiente creado entre arbustos de *Larrea* (14.7 % de emergencia plantular) (Figura 1.)

Crecimiento

El análisis de varianza (Cuadro 3) muestra diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para los factores A y C (microambiente y tiempo) y sus interacciones; no así para el factor B (tamaño de semilla), y sus interacciones posibles.

La partición de la suma de cuadrados de la interacción AC (microambiente/tiempo) reveló la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.01$)

Cuadro 2. Análisis de varianza para el efecto de tamaño de semilla en la emergencia de *A. canescens* en suelos provenientes de tres microambientes de plantas de *Larrea* bajo condiciones de invernadero.

FV	gl	SC	CM	F	
A	2	680.444336	340.222168	10.7063	**
B	1	64.221680	64.221680	2.6210	N.S.
AB	2	160.444336	80.222168	2.5245	N.S.
Error	12	381.333984	31.777832		
Total	17	1286.444336			

N.S. No significancia

** Diferencia altamente significativa ($P < .01$)

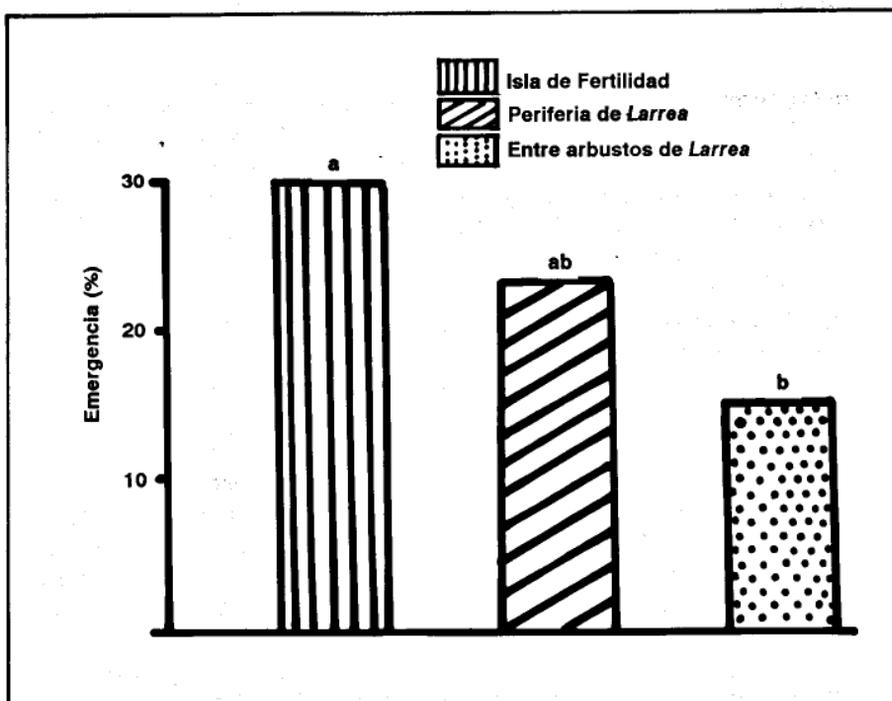


Figura 1. Emergencia (%) de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes de suelos de comunidades de *Larrea* bajo condiciones de invernadero. Barras con la misma literal son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

Cuadro 3. Análisis de varianza para el efecto de tamaño de semilla en el crecimiento plantular (g/ind) de *A. canescens* en tres microambientes de plantas de *Larrea* bajo condiciones de invernadero.

FV	gl	SC	CM	Fc	
A	2	65.48	32.74	46.22	**
Error A	6	4.25	0.70833		
B	1	5.53	5.53	3.02	N.S.
AB	2	2.17	1.085	0.59	N.S.
Error B	6	10.96	1.8267		
C	3	388.92	129.64	79.16	**
AC	6	69.45	11.575	7.67	**
BC	3	4.48	1.4933	0.91	N.S.
ABC	6	7.03	1.17166	0.72	N.S.
Error C	36	58.9568	1.647688		

N.S. No significancia

** Diferencia altamente significativa ($P < .01$)

para las combinaciones A/C₃ y A/C₄, así como para las combinaciones C/A₁, C/A₂ y C/A₃. A partir de estas combinaciones, la prueba realizada para la comparación de medias, muestra que el crecimiento de plántulas de *A. canescens*, como resultado de la combinación A/C₃ (microambiente/tiempo tres) a los tres meses, en la isla de fertilidad y periferia de *Larrea*, no es diferente entre sí, pero sí con respecto al microambiente entre arbustos de *Larrea*. La combinación A/C₄ exhibe una tendencia un tanto diferente a lo anterior, ya que a los cuatro meses de crecimiento plantular, éste es mayor y diferente en la isla de fertilidad, con 9.08 g/individuo a la periferia y entre arbustos de *Larrea*, ya que el crecimiento en estos microambientes es de 5.4 y 3.2 g/individuo, respectivamente (Figura 2).

Las combinaciones C/A (tiempo/microambiente) presentan tendencias similares pero diferentes (Figura 3). La combinación C/A₁ (tiempo/isla de fertilidad) muestra que en la isla de fertilidad, al cuarto mes, existe un crecimiento de hasta 9.8 g/individuo, el cual es altamente significativo al crecimiento que ocurre a los tres, dos y un mes, mostrando, asimismo, que el crecimiento de los primeros dos meses no es diferente. En la combinación C/A₂ (tiempo/periferia de *Larrea*) muestra una tendencia similar a la anterior, ya que el crecimiento del cuarto mes es altamente significativo a los otros tres tiempos y el tercer mes superior a los dos primeros. En contraste, la combinación C/A₃ (tiempo/entre arbustos de *Larrea*) manifiesta una tendencia diferente, encontrando en la comparación de medias que no existe una diferencia en el crecimiento durante los tres primeros meses, existiendo un crecimiento superior y diferente en el cuarto mes.

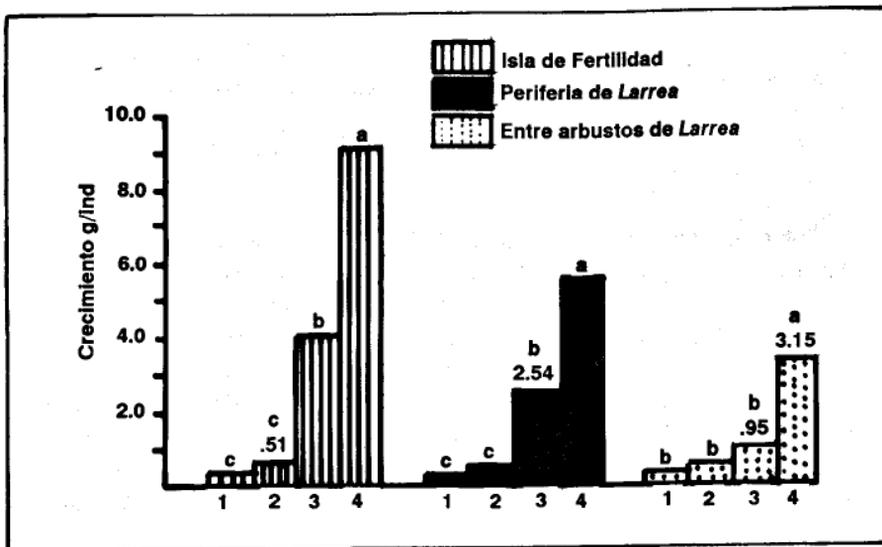


Figura 2. Crecimiento (g/ind) de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes a través del tiempo bajo condiciones de invernadero. Barras con la misma literal dentro del mismo microambiente son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

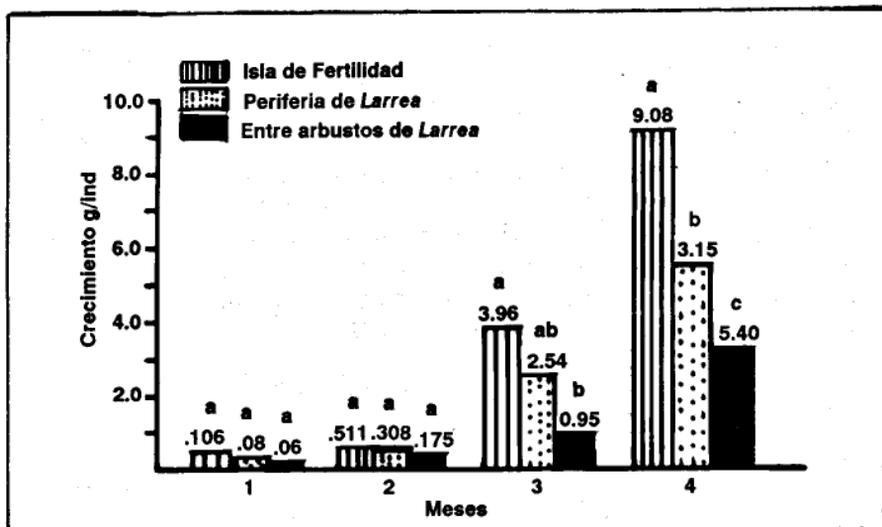


Figura 3. Crecimiento (g/ind) de plántulas de *A. canescens* a través del tiempo en tres microambientes bajo condiciones de invernadero. Barras con la misma literal dentro del mismo período de tiempo son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

DISCUSIÓN

Al considerar todos los resultados de este trabajo, es evidente que el sitio seguro isla de fertilidad de comunidades de *Larrea* influenció la emergencia y crecimiento de plántulas de *A. canescens* y que el factor tamaño de semilla no tuvo un efecto contundente.

Como muestran nuestros resultados, el tamaño de semilla *per se* no tiene una influencia significativa en la emergencia y crecimiento plantular de *A. canescens*, esto es de acuerdo a lo planteado hipotéticamente, debido, probablemente, a factores intrínsecos de la semilla, tales como: genéticos, de maduración o letargo de la semilla, los cuales no fueron controlados al momento del experimento. Esto concuerda con lo reportado por Cideciyan y Malloch (1982) quienes encontraron que la diferencia en tamaño de semillas en *Rumex obtusifolius* no tiene efecto en la emergencia plantular. De igual manera, Stevens y Van Epps (1983) en *A. canescens* encontraron que el tamaño de la semilla no tiene un efecto sobre el número de plántulas que emergen. Una situación contraria sucede en otras especies que presentan un polimorfismo, tales como *Atriplex triangularis* y *Salicornia europaea*, en donde la emergencia es mayor en las semillas grandes que en las más pequeñas debido a que las primeras presentan una menor latencia y germinan más rápidamente (Ungar, 1982). Sin embargo, un factor que se ha encontrado como responsable de una mayor emergencia plantular, ha sido que semillas de mayor tamaño, producen un rápido y mayor sistema radical (Baker, 1974). Esto es importante, sobre todo, cuando la semilla se encuentra localizada a una mayor profundidad en el suelo.

A pesar de que el tamaño de semilla no actúa como un determinante en emergencia plantular, deberá de considerarse con una mayor precaución, debido a las dimensiones de simiente consideradas en este estudio, pues por el polimorfismo que se presenta en *A. canescens* es posible categorizar en más de seis tamaños, pudiendo existir aún más como en el caso de otras especies de *Chenopodaceas* (Ungar, 1982). Tomando en consideración esto, pudiera existir una respuesta diferencial de la emergencia con respecto a tamaño de semilla.

En esta investigación no fue significativa la relación entre tamaño de semilla y emergencia, sin embargo, esto debe tomarse con reservas, dado que fue un trabajo bajo condiciones de invernadero; en condiciones naturales o de campo, factores como: diferencias en superficie de suelos, humedad disponible, mantillo, suelo desnudo, compactación, etc., influyen en la emergencia de las especies en diferentes microambientes. El hecho de que en la isla de fertilidad las semillas de *A. canescens* hayan sido capaces de emerger en un mayor porcentaje, implica que este microambiente se presenta como un sitio seguro y más favorable para esta fase dentro de la dinámica de una población. Al no

existir diferencias significativas de la emergencia con respecto a tamaño de semilla, pero sí con respecto a microambientes, sugiere entonces que los requerimientos de sitios seguros no son restrictivos para los diferentes tamaños considerados de esta especie. Estos resultados son consistentes, al menos para este tamaño, con los presentados por Gross (1984) quién observó que la diferencia en tamaño de semilla dentro de una especie no influye en la emergencia plantular. Sin embargo, Winn (1985) menciona que, a nivel población el efecto de tamaño de semilla sobre la emergencia está más bien influenciada tanto por la media poblacional en tamaños de semilla como por la disponibilidad de micrositios favorables. Cuando la media de población de tamaño de semilla es grande, decrece la importancia de éste debido a que gran número de simiente es grande y tiene mayor oportunidad de emerger en muchos tipos de micrositios. Por el contrario, el tamaño de la semilla puede ser menos importante si ésta tiene la capacidad de emerger en una gran proporción de micrositios favorables.

El impacto del microambiente de isla de fertilidad en la emergencia plantular es evidente. Wood *et al.* (1982), estiman que las propiedades morfológicas de la superficie del suelo influyen en la emergencia y establecimiento de plantas, y consideran a la isla de fertilidad como más favorable que el microambiente entre arbustos; esta respuesta la atribuyen al grado de impedimento para la emergencia de plántulas en este último microambiente. Wood *et al.* (1978) indican que esta variación morfológica es causada por una diferencia en el contenido de materia orgánica, la cual afecta la agregación de las partículas del suelo y la tasa de infiltración; asimismo, Eckert *et al.*, (1978) agrega específicamente que estas diferencias son debidas a un mayor contenido de sales y el disturbio causado por pisoteo.

Al parecer, es más evidente el efecto del microambiente suelo en la respuesta del crecimiento. Esto debido a que en algunos casos la diferencia ambiental es mucho más importante que el genotipo, imponiendo diferentes respuestas al individuo (Antonovics y Primarck, 1982). La tendencia del crecimiento subsecuente de plántulas de *A. canescens*, de incrementar en respuesta al microambiente entre arbustos, es atribuida a una mayor disponibilidad de N. Esto concuerda con lo obtenido por Cox *et al.*, 1984 quienes muestran que la respuesta del crecimiento de gramíneas fue debido principalmente a una mayor disponibilidad de N. Esto es consistente con otros estudios debido a que el crecimiento de herbáceas anuales parece ser dependiente del microambiente generado debajo del dosel de los arbustos, donde la relativa isla de fertilidad provee de una mayor disponibilidad de nutrientes en contraste con aquélla que es menor en sitios entre arbustos donde consecuentemente existe una menor tasa de crecimiento (Halvorson y Patten 1975; Patten, 1978; Chapin, 1980).

Luego, entonces, podemos considerar que la isla de fertilidad juega un rol importante como sitio disponible para el establecimiento de nuevos indicios. No

obstante, deberán de considerarse otros factores que pueden estar interactuando en este microambiente, tales como: calidad de luz, disponibilidad de humedad y características físicas del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonovics, J., and R.B. Primarck. 1982. Experimental ecological genetics in plantago VI. The demography of seedling transplants of *P. lanceolata*. *J. Ecology* 70(1):55-75 p.
- Baker, H.G. 1974. The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. system* 5:1-24 p.
- Baskin, J.M. y C.C. Baskin. 1972. Influence of germination date on survival and seed production in a natural population of *Leavenworthia stylosa*. *Amer. Midl. Nat.* 88(2):318-323 p.
- Chapin, F.S., III 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:233-260 p.
- Cideciyan, M.A. y A.J. Malloch. 1982. Effect of seed size on the germination, growth and competitive ability of *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. *J. Ecology* 70(1):227-232 p.
- Cook, R.E. 1979. Pattern of juvenile mortality and recruitment in plants. In: Solbrig, O.T., S. Jain, G.B. Jonhson, and P.H. Raven (Eds.) *Topics in plant population biology*. Columbia University Press New York. 207-231 p.
- _____. 1980. The biology of seed in the soil. In: Solbrig O.T. (Ed.). *Demography and evolution in plant populations*. 107-129 p.
- Cox, J.R., J.M. Parker y J.L. Stroehlein. 1984. Soil propieties in creostebush communities and their relative effects on the growth of seeded range grasses. *Soil Sci. Soc. Am.* 46(6):1442-1445 p.
- Eckert, R.E. Jr., M.K. Wood, W.H. Blackburn, F.F. Peterson, J.L. Stephens and M.S. Meurisse. 1978. Effects of surface-soil morphology on improvement and management of some arid and semiarid rangelands. *Proceeding of First International Rangeland Congress*. Denver, Colorado. p. 299-302.
- González, E.M. 1975. Distribución espacial de la vegetación y su interpretación sucesional en el norte del Estado de Zacatecas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Esc. Nac. de Agricultura. Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 263 p.

- Graves, W., B.L. Kay y W.A. William. 1974. Seed treatment studies of seven Mohave Desert shrub Apéndice II. Test of seed of Mohave Desert Shurb. University of California Press. 34 p.
- Gross, K. 1984. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennials. *J. Ecology* 22(1):369-387 p.
- _____, y P.A. Warner. 1982. Colonizing abilities of "biennial" plant species in relation to ground cover: implications for their distributions in a successional sere. *Ecology* 72(1):369-387.
- Grubb, P.J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews* 52:107-145.
- Gutiérrez, C.J., F.M. Smith, y J.G. Medina. 1979. Características hidrológicas de la Cuenca San Tiburcio, Zacatecas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico-Científica 5(4):212-327 p. México.
- Halvorson, W.L. y D.T. Patten. 1975. Productivity and flowering of winter ephemerals in relation to Sonoran Desert shrub. *Am. Midl. Nat.* 93(2):311-319 p. United States of America.
- Harper, J.L., 1977. Population biology of plants. Academic Press. New York. 645 p.
- _____, P.H. Lovell y K.G. Moore. 1970. The shapes and size of seed. *Ann. Rev. Ecol. System.* 1:327-356 p.
- _____, J.T. Williams, y G.R. Sagar. 1965. The behavior of seed in the soil: I. The heterogeneity of soil its role in determining the establishment of plants from seed. *J. Ecology* 53(2):273-278 p.
- Hunt, R. 1984. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Eduard Arnold. 248 p. Great Britain.
- Khan, M.A. y I.A. Ungar. 1984. Seed polymorphism and germination responses to salinity stress in *Atriplex triangularis* Willd. *Bot. Gaz.* 145(4):487-494 p.
- North, E.C. y J.E. Whitacre. 1957. Germination of fourwing saltbush seed improved by scarification and grading. Forest Research Notes. California Forestland Range Experimental Station. USDA. Forest Service. Note. 1255 p.
- Patten, D.T. 1978. Productivity and production efficiency of an upper Sonoran Desert ephemeral community. *Amer. J. Botany* 65(8):891-895 p. United States of America.

- Philipupillai, M.A., y I.A. Ungar. 1984. The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. Population Amer. J. Bot. 71(4):542-549 p.
- Silvertown, J.W. 1981. Seed size, life span, and germination date as coadapted features on plant life history. Amer. Nat. 118(6):860-864 p.
- Stevens R. y G.A. Van Epps. 1983. Seedling techniques to improve establishment of forage kochia (*Kochia prostrata* (L) Schord) and fourwing saltbush (*Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt.) In: Tiedemann, A.R., E.D. McArthur, H.C. Stutz, R. Stevens. J.L. Kendall (Comp.) proceeding-symposium on the biology of *Atriplex* and related chenopods. May 2-6 Provo Ut. Gen. Tech. Rep. INT-172. Ogden Ut. USDA-Forest Service. Intermountain Forest and Range Experimental Station. 269-271.
- Taylor, G.B. 1972. The effect of seed size on seedling growth in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) Aust. J. Agric. Res. 23(4):595-603 p.
- Ungar, L.A. 1982. Germination ecology of halophytes. In: Sen D.M. and K.S. Rajpurohit (Eds.) Task for vegetation science vol. 2. Dr. W. Junk Publishers, The Hague. 143-154 p.
- _____. 1983. Autoecological studies with *Atriplex triangularis* willdeniw. In: Tiedemann, A.R., E.D. McArthur, H.C. Stutz, R. Stevens and K.L. Johnson (compilers). Proceeding-Symposium on the biology of *Atriplex* and related chenopods: May 2-6 Provo UT. Gen. Tech. Rep. INT-172. USDA. Forest Service, Intermountain Forest and Range Experimental Station. 40-52 p.
- Westoby, M. 1981. How diversified germination behavior as selected. Amer. Nat. 118(6):882-885 p.
- Winn, A.A. 1985. The effects of seed size and microsite on seedling emergence in *Prunella vulgaris*. J. Ecology 73(4):831- 840.
- Wood, M.K., W.H. Blackburn, R.E. Eckert, Jr. and F.F. Peterson. 1978. Interrelations of the physical properties of coppice dune and vesicular dune interfase soil with grass seedling emergence. J. Range Management 31 (3):189-192 p.
- _____, R.E. Eckert Jr. W., H. Blackburn and F.F. Peterson. 1978. Interrelations of the physical properties of coppice dune and vesicular dune interfase soil with grass seedling emergence. J. Range Management 31 (3): 189-192 p.
- _____, R.E. Eckert Jr. W., H. Blackburn and F.F. Peterson. 1982. Influence of crusting soil surface on emergence and establishment of crested wheat-grass, squirreltail, thurber needlegrass, and fourwing saltbush. J. Range Manage 35 (3):282- 287 p.

Wulff, R.D. 1973. Intrapopulation variation in the germination of seed in *Hyptis suaveolens*. Ecology 54(3):646-649 p.

_____. 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum*. II. Effects on seedling growth physiological performance J. Ecology 74(1):99-114 p.

Zimmerman, J.K. and M. Weis. 1983. Fruit size variation and its effects on germination and seedling growth in *Xanthium strumarium*. Canadian Journal of Botany 61 (9): 2309-2315.