

Germinación de semillas de hierba loca (*Astragalus mollissimus* Torr) con diferentes niveles de humedad y temperatura

Germination of locoweed seed (*Astragalus mollissimus* Torr) at different temperatures ranges and water stress levels

Alicia Melgoza Castillo^a, Mario H. Royo Márquez^a, Carlos R. Morales Nieto^a, J. Santos Sierra Tristán^a.

RESUMEN

La hierba loca (*Astragalus mollissimus* Torr.) es una de las plantas tóxicas más importantes en los pastizales del desierto chihuahuense. Debido a que su población es muy irregular, es importante realizar estudios sobre su control, así como de su biología. El objetivo de este trabajo fue estimar el efecto de la temperatura y del estrés de humedad en la germinación de la semilla de hierba loca. La semilla fue colectada durante 1992 en la parte central del estado de Chihuahua. El trabajo consistió en pruebas de germinación con seis rangos de temperatura y cinco niveles de humedad. No se detectó interacción entre temperaturas y niveles de humedad ($P > 0.05$). Las germinaciones más altas ($P < 0.05$) fueron de 75, 70 y 75 % para las temperaturas de 15 a 25, 15 a 30 y 20 a 30 °C respectivamente, y 76, 69 y 70 % para los niveles de humedad de 0, -0.3 y -0.5 megapascuales (MPa), respectivamente. La germinación en las temperaturas extremas, 10 a 20 y 20 a 35, fue de 29 y 23 %, respectivamente. La germinación en el estrés de humedad más alto, -0.9 MPa, fue de 47 %. La capacidad de germinación se presentó en un amplio rango de temperaturas y con condiciones de estrés de humedad que le dan ventajas para iniciar su establecimiento desde el verano hasta el otoño, aún con poca disponibilidad de humedad.

PALABRAS CLAVE: Hierba loca, *Astragalus mollissimus*, Germinación.

ABSTRACT

Locoweed (*Astragalus mollissimus* Torr.) is one of the most important toxic plants found in the Chihuahuan desert rangelands. Because its population is highly irregular, it is important to develop control as well as ecological studies. The objective of this work was to estimate the effect of temperature and water stress levels on locoweed seed germination. Seed was collected during 1992 in the central part of Chihuahua. Germination tests were conducted using six temperatures and five moisture levels. No interaction was detected between temperature and moisture levels ($P < 0.05$). Highest germination ($P < 0.05$), 75, 70, and 75 %, was obtained at the temperature ranges of 15 to 25, 15 to 30; and 20 to 30 °C, respectively. The highest germination ($P < 0.05$) was 76, 69, and 70 % at 0, -0.3 and -0.5 MPa, respectively. Germination at the highest water stress level, -0.9 Mpa, was 47 %, and for extreme temperatures, 10 to 20 and 20 to 35 °C was 29 and 23 % respectively. These results point out that locoweed can germinate throughout the Summer and Autumn, even with low soil moisture.

KEY WORDS: Locoweed, *Astragalus mollissimus*, Germination.

La hierba loca (*Astragalus mollissimus* Torr.) es una leguminosa nativa perenne que se distribuye ampliamente en el desierto chihuahuense⁽¹⁾; es de las más tóxicas en los agostaderos y generalmente

Locoweed (*Astragalus mollissimus*) is a perennial native legume widely distributed in the chihuahuan desert⁽¹⁾. Usually it is present in low densities, without causing toxicity problems. However, in

Recibido el 28 de agosto de 2002 y aceptado para su publicación el 10 de octubre de 2002.

^a Campo Exp. La Campana, CIRNOC-INIFAP, Ave. Homero 3744, Fracc. Vergel, 31100 Chihuahua, Chih. amelgoza@uach.mx, tel. y/o fax (614) 481-0257 y 481-0769. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

se presenta en bajas densidades, sin llegar a causar problemas. Sin embargo, durante ciertos años su población se incrementó, como se observó a través de la prensa local en los años 50's, 70's y durante 1992. Si bien en este último incremento de la población de hierba loca no se cuantificaron las pérdidas de ganado, sí se calcularon las pérdidas económicas debido a la aplicación de controles y movimientos de ganado⁽²⁾. Entre ganaderos y técnicos se cree que las poblaciones de hierba loca se incrementaron principalmente en respuesta a eventos de precipitaci n^(3,4); sin embargo, no existen datos que soporten esta hipótesis.

La población de hierba loca que se presentó durante el invierno del 91-92 en el estado de Chihuahua se comportó como una planta anual, a pesar de ser perenne⁽⁵⁾, ya que para el verano de 1992 un 90 % de las plantas murieron. Así también, cuando fue tratada con herbicidas presentó una mortalidad, seis meses después, de 90 % en plantas tratadas y 54 % para las no tratadas, considerando la posibilidad de que esta población se comporte como una especie anual⁽⁶⁾. Por lo que es importante, en plantas tóxicas como la hierba loca, buscar tanto métodos de control así como entender su biología para reducir daños a la ganadería.

Dentro de los estudios básicos de la biología de una planta est  la ecofisiología de su germinación. Algunas especies de *Astragalus* tienen semillas con cubierta impermeables, así como sustancias inhibitorias⁽⁷⁾, por lo que algunas semillas con estas características requieren de temperaturas extremas para poder germinar^(8,9). También, las fluctuaciones de temperatura combinadas con condiciones de humedad pueden romper la latencia de semillas⁽¹⁰⁾. Entre las especies y variedades de *Astragalus* la germinación es muy variable; las características comunes para el género son que germinan mejor con temperaturas alternas y después de la escarificaci n^(11,12,13,14). En un estudio sobre la germinación de *Astragalus lentiginous* que presenta 36 variedades, se trató de desarrollar un modelo⁽¹³⁾; sin embargo, la meta no se logró por la gran variabilidad en la germinación dependiendo del sitio de colecta. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de seis rangos de temperatura y cinco

certain years its population increases, as was reported by the local press in the 50's, 70's and 1992. Although livestock losses weren't estimated in 1992, economic losses due to cattle movements controls were appraised⁽²⁾. Many cattle producers and experts attribute these increases to rainfall, even though no supporting evidence is available^(3,4).

Locoweed population observed in the 1992/93 winter in Chihuahua behaved as an annual, ever though being a perennial plant⁽⁵⁾, because nearly 90 % died in the 1992 Summer. Also, 90 % of locoweed plants sprayed with herbicides died in the following six months, vs 54 % of those not treated, taking into account the possibility that this population showed an annual plant behavior⁽⁶⁾. Therefore, it is important to look for other control methods as well as to acquire a greater understanding of its biology to reduce damages to the livestock industry.

Germination ecophysiology lies within basic plant biology studies. Most *Astragalus* species have seeds with impervious coverings, as well as with inhibiting substances⁽⁷⁾; therefore, some seeds require extreme temperatures to germinate^(8,9). Also, fluctuations in temperature combined to diverse moisture conditions can break seed latency⁽¹⁰⁾. Germination among different *Astragalus* varieties and species is variable, being common characteristics for the genus germination following alternating temperatures and scarification^(11,12,13,14). In a study on germination of 36 varieties of *Astragalus lentiginous*, modeling was attempted; however, due to germination variability it was impossible to achieve the goal.

The objective of the present study was to determinate effect of six different temperature ranges and five water stress levels on locoweed seed germination.

Seeds were collected in 1992 at "El Faro" ejido in the central valleys of Chihuahua (29  21', 106  21' W), with dry climate, 18  C annual average temperature, -10  C absolute minimum and 40  C absolute maximum temperatures. Soils are sandy loams with 6.3 pH and vegetation is an open grassland. Before the experiment was started, preliminary tests were carried out to determine if

niveles de humedad sobre la germinación de las semillas de hierba loca.

Las semillas fueron colectadas en 1992 en una área del ejido "El Faro" localizada en los valles centrales de Chihuahua, a 29°21' Norte y 106°21' Oeste. El clima es seco, con temperatura media anual de 18 °C, mínima extrema de -10 y máxima de 40. Los suelos son franco arenosos con pH de 6.3 y la vegetación es de tipo pastizal mediano abierto. Las semillas fueron escarificadas manualmente utilizando papel lija, antes de llevar a cabo la prueba de germinación. El tiempo utilizado para las temperaturas alternas fue de 16 h a baja temperatura y 8 h a alta temperatura. La temperaturas utilizadas (°C) fueron 10 a 20, 10 a 25, 15 a 25, 15 a 30, 20 a 30 y 20 a 35 (± 2 °C). Los niveles de humedad utilizados fueron 0, -0.3, -0.5, -0.7 y -0.9 megapascals (MPa). Para obtener los niveles de humedad se utilizó manitol.

De las semillas escarificadas se tomaron muestras al azar de 30 semillas, que se colocaron entre papel dentro de cajas Petri, y se examinaron cada 24 h durante 14 días. Se consideró semilla germinada cuando la radícula o cotiledones tenían 1 mm de largo. En cada observación, después del conteo las semillas germinadas fueron eliminadas. La combinación de cada temperatura y nivel de humedad fue repetida cuatro veces. Los porcentajes de germinación fueron transformados a arcoseno. El diseño fue un completamente al azar con arreglo factorial de seis temperaturas por cinco niveles de humedad. A los datos se les aplicó un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencias mínimas significativas.

Antes de iniciar el estudio se realizaron pruebas preliminares para observar si la semilla germinaba por sí sola. Debido a que no fue así, se trató la semilla con diferentes químicos y diferentes temperaturas frías y calientes para romper su latencia. Como ninguna de las pruebas dio resultado, se procedió a realizar la escarificación utilizando papel lija para eliminar manualmente la cubierta de la semilla.

No se encontraron diferencias significativas para las interacciones entre niveles de humedad y

seeds were able to germinate by themselves. Results of this pre-test were negative, and seeds were treated with diverse chemicals and different cold and hot temperatures to break their latency. As none of these treatments showed positive results, seeds were scarified manually with sand paper to eliminate the seed covering. Seeds were scarified manually with sand paper previous to the germination tests. Alternating temperatures were 16 h at low temperatures and 8 h at high temperatures within each temperature range. Temperature ranges (°C) were 10 to 20, 10 to 25, 15 to 25, 15 to 30, 20 to 30 and 20 to 35 (± 2 °C). Water stress levels were 0, -0.3, -0.5, -0.7 and -0.9 megapascals (MPa), obtained with manitol. From the scarified seed lot, samples of 30 seed each were chosen at random, set in paper in Petri dishes and observed every 24 h for 14 d. Seeds were considered germinated when the radicle or coleoptile were 1 mm long. Germinated seeds were eliminated after each counting. Each temperature and water stress combination was replicated four times. Germination percentages were transformed into arcsines. Experimental design was a randomized factorial arrangement with six temperature ranges and five water stress levels. Data were analyzed through variance and means compared with the minimum significant difference test.

No significant differences were found ($P > 0.05$) for the different water stress and temperature interactions, most probably due to the great variability within treated seeds. Treatment with sand paper does not guarantee an uniform scarification on the seed lot. Even though temperature and water stress interactions are common on many plants, germination variability may influenced these results in this specie. Interaction implies that when seeds are under non favorable temperatures, limited moisture inhibits germination more than when temperature is optimal. If moisture is non limiting, seeds germinate within a wide temperature range. Significant differences ($P < 0.05$) were obtained only in the temperature ranges and water stress levels which can be appreciated in Table 1. The higher germination values were obtained in the 15 to 25, 15 to 30 and 20 to 30 ranges which are common in Summer and beginning of Autumn (July, August,

temperaturas ($P>0.05$), probablemente debido a la gran variabilidad entre semillas por el tipo de tratamiento que se hizo a la semilla, que no asegura que todas las semillas están escarificadas uniformemente. Si bien las interacciones entre temperatura y niveles de humedad es algo común en muchas plantas, probablemente la variabilidad en los porcentajes de germinación influyó para no detectar interacciones en esta especie. La interacción implica que cuando las semillas están bajo condiciones de temperatura no favorable, el efecto de humedad limitada es más inhibitorio que cuando las temperaturas son óptimas. Si la humedad no es limitante, las semillas germinan bien en un amplio rango de temperaturas. Sólo se obtuvieron diferencias ($P<0.05$) entre temperaturas y entre niveles de humedad (Cuadro 1). Los valores más altos de germinación se obtuvieron con las temperaturas de 15 a 25, 15 a 30 y 20 a 30 que son comunes durante el verano e inicios de otoño (julio, agosto y septiembre). Las temperaturas más bajas, 10 a 20 y 10 a 25, presentaron germinaciones aceptables, de más de 50 % (estas temperaturas son comunes en el mes de octubre). Aún la más alta temperatura, 20 a 35 °C, presentó una germinación de 46 % (esta temperatura se presenta durante el verano). En la mayoría de las especies la germinación no se restringe a una sola temperatura⁽⁸⁾. Batanouny y Ziegler⁽¹⁵⁾ mencionan un intervalo de 10 a 35 °C y una temperatura óptima de 25 °C para el arbusto de áreas desérticas *Zygophyllum coccinum*. Blank et al.⁽¹⁶⁾ probaron 55 temperaturas y obtuvieron de 10 a 95 % de germinación para todas las temperaturas.

Las germinaciones más altas ($P<0.05$) fueron 76, 69 y 70 % para los niveles de humedad 0, -0.3 y -0.5 MPa; sin embargo, aún el nivel de -0.9 MPa presenta una germinación de 47 %, por lo que la semilla de hierba loca puede germinar incluso con pequeños eventos de precipitación, o bien después de un gran evento que mantenga cierta humedad en suelo.

La germinación de la semilla fue aceptable desde el punto de vista ecológico ya que se obtuvieron valores arriba del 40 % en todas las temperaturas y niveles de humedad probados en este estudio. La

Cuadro 1. Germinación promedio de semillas de hierba loca con diversos rangos de temperatura y niveles de humedad (%)

Table 1 Average locoweed seed germination under different temperature ranges and water stress levels (%)

Temperature (°C)	Water stress (MPa)					Average
	0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	
10-20	74	62	63	50	29	56 ^b
10-25	70	76	72	42	34	59 ^b
15-25	87	73	77	72	67	75 ^a
15-30	77	79	77	56	62	70 ^a
20-30	86	75	78	71	63	75 ^a
20-35	60	52	52	42	23	46 ^c
Average	76 ^a	69 ^a	70 ^a	55 ^b	47 ^c	

abc Different literals between water stress averages and between temperatures indicate significant differences ($P<0.05$).

MPa= megapascals.

and September). The lower temperature ranges, 10 to 20 and 10 to 25, showed acceptable germination, of over 50 % (these temperature ranges are common in October). The higher temperature range, 20 to 35 (summer), showed a 46 % percent germination. In most species, germination is not restricted to only one temperature range⁽⁸⁾. Batanouny and Ziegler⁽¹⁵⁾, mention a 10 to 35 °C temperature range and a 25 °C optimum temperature for seed germination of the *Zygophyllum coccinum*. Blank et al.⁽¹⁶⁾ studied a desert shrub, they tested 55 temperatures and obtained between 10 and 95 % germination for all temperatures.

The highest germination percentages in the present study ($P<0.05$) were 76, 69 and 70 % for the 0, -0.3 and -0.5 MPa levels, however, even the -0.9 MPa level shows a 47 % germination, which means that locoweed seed is able to germinate even after a very small shower and after a big rain which can maintain moisture in the soil.

Seed germination was acceptable from an ecological point of view, because values of more than 40 % were obtained in all temperature ranges and water stress levels tested in this experiment. Germination

capacidad de germinación en este amplio rango de temperaturas y bajo condiciones de estrés de humedad, le dan ventajas a esta planta para iniciar su establecimiento desde el verano hasta el otoño, aún con poca disponibilidad de humedad.

capacity in this wide range of temperatures and water stress levels, provide an advantage to this plant to start its growth and development from summer to autumn, even with low soil moisture.

End of english version

LITERATURA CITADA

1. Barneby RC. Atlas of the north american *Astragalus*. Mem New York Bot Gard 1964;13:1-1188.
2. Escobar R, Saucedo RA. Análisis económico de controles manuales y químicos de hierbaloca. X Simposium internacional sobre ganadería. INIFAP-SARH. Publicación especial No. 10. Chihuahua, Chih. 1992;G1-G7.
3. Acosta R, Sierra JS. Experiencias en el manejo de plantas tóxicas. X Simposium internacional sobre ganadería. INIFAP-SARH. Publicación especial No. 10. Chihuahua, Chih. 1992: H1-H5.
4. Purvines J, Graham JD. When rain falls may affect locoweed density. In: Sterling TM, Thompson DC editors. Locoweed research, updates and highlights. Res Rep 730. Agr Exp Sta NMSU, Las Cruces, NM. 1999:32-33.
5. Melgoza CA. Ecology of locoweed (*Astragalus mollissimus*) in Chihuahua, Mexico [tesis doctoral]. Las Cruces, N M: New Mexico State University; 1995.
6. Saucedo RA, Sierra JS, Flores MA, Escobar R. Control químico de hierba loca. X Simposium internacional sobre ganadería. INIFAP-SARH. Publicación especial No. 10. Chihuahua, Chih. 1992:F1-F6.
7. Milaks PN, Townsed CE, Ladd SL. Seed coat anatomy and the scarification of cicer milkvetch seed. Crop Sci 1987;27: 766-772.
8. Baskin CC, Baskin JM. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. Amer J Bot 1988;75:286-305.
9. Baskin CC, Zackrisson O, Baskin JM. Role of warm stratification in promoting germination of seeds of *Empetrum hermaphroditum* (Empetraceae), a circumboreal species with a stony endocarp. Amer J Bot 2002;89:486-493.
10. Richmond GS. Seed germination of the Australian desert shrub *Eremophyllia* (Myoporaceae). Bot Rew 1994;60:483-503.
11. Baskin CC, Quaterman E. Germination requirements of seeds of *Astragalus tennesseensis*. Bull Torrey Bot Club 1969;96:315-321.
12. Sankary MN, Brabour MG. Germination, growth, and water relations of *Astragalus lentiginosus* var. *nigricalycis* (Fabaceae). Madroño 1980;27:90-96.
13. Ziemkiewicz PF, Cronin EH. Germination of seed of three varieties of spotted locoweed, *Astragalus lentiginosus*. J Range Manage 1981;34:94-97.
14. Baskin CC, Baskin JM, Quaterman E. Observations on the ecology of *Astragalus tennesseensis*. Amer Midland Natur 1972;88:167-188.
15. Batanouny K, Ziegler H. Ecophysiological studies in desert plants. II Germination of *Zygophyllum coccinum* seeds under different conditions. Oecologia 1971;8:52-63.
16. Blank RR, Young JA, Martens E, Palmquist DE. Influence of temperature and osmotic potential on germination of *Allenrolfea occidentalis* seeds. J Arid Environ 1994;26:339-347.

