

INFLUENCIA DE LA SALINIDAD SOBRE LA GERMINACIÓN DE LA ALFALFA CV. GILBOA AFRICANA

F. Blanco, Aracelys Muñiz y Mariana Abreu

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Se realizó un estudio sobre la influencia de la salinidad en la germinación del cv. Gilboa Africana de *Medicago sativa*. El experimento fue realizado en condiciones controladas de temperatura y luz. Se utilizaron cápsulas de Petri con doble papel de filtro, con cuatro réplicas de 100 semillas por cápsula. Los tratamientos fueron diez concentraciones desde 0 (agua destilada) hasta 0,9% de ClNa. Se realizaron conteos diarios durante 8 días. La germinación se redujo de 50,5 a 23,3% para una reducción promedio de 3% por cada incremento de 0,1% de ClNa. Se produjeron diferencias significativas ($P < 0,01$) con respecto al control a partir del nivel 0,3% de ClNa para la germinación y a partir del nivel 0,2% para la energía germinativa. El coeficiente de correlación entre los valores de la germinación para el agua destilada y el resto de los tratamientos disminuyó con el aumento de la concentración salina. Se obtuvieron ecuaciones de regresión entre la germinación y los niveles de salinidad para cada día. La de mayor ajuste se obtuvo para el tercer día para $r = -0,98^{***}$. La Alfalfa Gilboa Africana resulta tolerante a la salinidad en la fase de germinación.

Palabras claves: *Alfalfa, germinación, salinidad*

Influence of soil salinity upon germination of *M. sativa* cv. Gilboa Africana was studied under light and temperature controlled conditions. Four replications (100 seed/dish) were used in Petry dishes with double filter paper. Ten concentrations (distillated water) from 0 to 0,9% of ClNa were the treatments. Daily counts were made for 8 days. Germination decreased from 50,5 to 23,3% which represented 3% average per each increment in 0,1% of ClNa. Significant differences ($P < 0,01$) in respect to the control were recorded from the level 0,3% of ClNa in germination and from the level 0,2% in germinative energy. The correlation coefficient among germinative values of distillated water and the rest treatments decreased with the increment of salt concentration. Regression equations among germination and daily salinity levels were obtained. The greater adjustment equation for $r = -0,98^{***}$ was found during the third day. It was concluded that Gilboa Africana tolerates salinity during germinative stages.

Additional index words: *Alfalfa, germination, salinity*

En los últimos años nuestro país ha venido prestando una atención particular al problema de la salinidad en los suelos agrícolas, cuya cifra sobrepasa el millón de hectáreas y el cual abarca 57 de las 121 series de suelos estudiados en el país.

Del total del área afectada el 41,6% corresponde a los pastizales y áreas forrajeras (Anon, 1985).

En la búsqueda de pastos y forrajes para las zonas afectadas por la salinidad la alfalfa pudiera constituir una importante alternativa para las zonas de las provincias orientales, donde ya se han probado sus posibilidades como productora de forraje (Menéndez, Tang y Aira, 1987).

Según Hayward (1956) y Maas (1986) la alfalfa constituye una planta sobresaliente en su doble condición de forrajera y leguminosa tolerante a la salinidad; se señala, no obstante, ser susceptible a esta condición en la fase germinativa (McKimmie y Dobrenz, 1987).

Este trabajo tuvo como objetivo fundamental conocer la tolerancia a la salinidad en la fase de germinación de la Alfalfa cv. Gilboa Africana por la importancia del mismo, así como valorar sus posibilidades de éxito en la fase de establecimiento en los suelos salinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos y diseño. El experimento fue realizado en cápsulas de Petri de 15 cm de diámetro; se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y se obtuvieron 100 semillas por réplica. Se estudiaron 10 tratamientos consistentes en un control (agua destilada) y 9 concentraciones salinas desde 0,1 hasta 0,9% de cloruro de sodio (CINa), a intervalos de 0,1%.

Procedimiento. Se utilizaron semillas de 6 meses de cosechadas y almacenadas a temperatura de 10-15°C. Se colocó doble papel de filtro en cápsulas de Petri

a fin de mantener más fácilmente la humedad y se determinó previamente la cantidad de solución necesaria para saturar el papel de filtro sin que quedara agua libre (8 ml).

Cada vez que se añadió el agua destilada o la solución se movieron los papeles de filtro con el propósito de liberar el aire interceptado entre ellos y entre el papel y el fondo de la cápsula.

Como pre-tratamiento las semillas estuvieron 48 horas en temperaturas de congelación, posteriormente se llevaron a las cápsulas y se colocaron en hileras para facilitar su conteo posterior.

Una vez que las semillas de alfalfa se sembraron, las cápsulas fueron selladas con parafina a fin de evitar la evaporación y colocadas en una cámara oscura que mantuvo una temperatura de 24-25°C.

Los conteos se realizaron cada 24 horas durante 8 días de forma acumulativa, ya que las cápsulas no fueron abiertas hasta el final del experimento.

Se contaron las semillas germinadas, considerando así las que habían emitido una plúmula de aproximadamente 3 mm de largo según Wahhab (1961).

La energía de germinación se calculó en el tercer día del proceso germinativo.

Análisis estadístico. Se utilizó el método de comparación múltiple de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre los tratamientos.

Se realizó un análisis de correlación entre los valores alcanzados por la germinación para cada tratamiento con el propósito de determinar si existía alguna relación entre la capacidad germinativa en condiciones no salinas y la que se obtenía bajo los efectos de la salinidad.

Se hizo un análisis de regresión entre los valores de la concentración salina y la germinación acumulada en cada día de observaciones a fin de valorar el grado de dependencia entre los indicadores señalados.

RESULTADOS

La influencia de los niveles de salinidad sobre la germinación y energía germinativa se muestran en la tabla 1. Ambos indicadores se redujeron en la medida que aumentó la concentración salina. La germinación se redujo de un 50,5 a un 23,2%, para una reducción promedio de un 3% por cada 0,1% de salinidad incrementada.

Tabla 1. Influencia de la salinidad sobre la germinación y energía germinativa de la alfalfa cv. Africana.

| Concentración salina (%) | Germinación (%) | Energía germinativa (%) |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|
| 0,0 | 50,5 ^a | 36,4 ^a |
| 0,1 | 49,6 ^a | 35,1 ^a |
| 0,2 | 47,0 ^{ab} | 31,2 ^b |
| 0,3 | 42,2 ^{bc} | 30,1 ^b |
| 0,4 | 38,2 ^c | 29,2 ^b |
| 0,5 | 38,0 ^c | 26,5 ^c |
| 0,6 | 30,7 ^d | 21,9 ^d |
| 0,7 | 23,7 ^e | 17,9 ^e |
| 0,8 | 23,2 ^e | 16,8 ^{ef} |
| 0,9 | 23,2 ^e | 15,3 ^f |
| ES ± | 2,33** | 1,35** |

a,b,c,d,e,f Valores con superíndices no comunes para cada columna difieren a $P < 0,05$

** $P < 0,01$

La energía germinativa varió de un 36,4 a un 15,3% para una reducción promedio de 2,3% por 0,1% de salinidad.

Se produjeron diferencias significativas ($P < 0,01$) con respecto al control a partir del nivel 0,3 para la germinación y a partir del nivel 0,2 para la energía germinativa.

La germinación diaria mostró una tendencia irregular de variación, en

particular para los tratamientos salinos, según muestra la figura 1, donde se presentan los valores para las concentraciones 0,0; 0,2 y 0,8% de CNa.

En la figura 2 se presenta la dinámica de la germinación para cuatro concentraciones salinas: 0,0; 0,3; 0,6 y 0,9%.

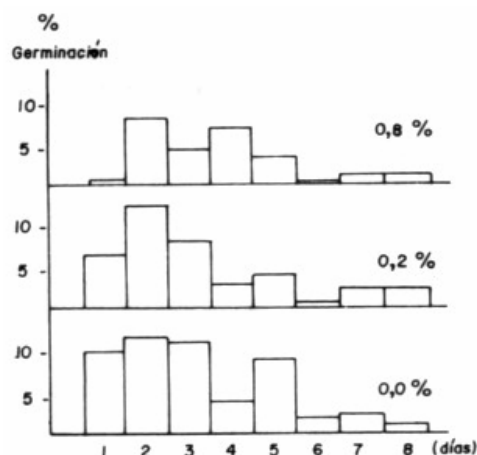


Fig. 1. Variación diaria de la germinación en tres niveles de salinidad.

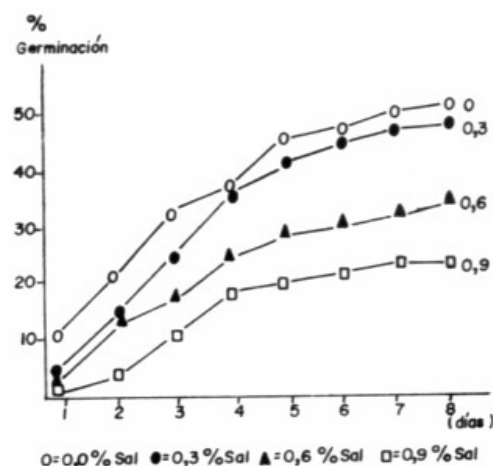


Fig. 2. Dinámica de la germinación.

Las curvas muestran una tendencia similar, aunque para rangos de valores diferentes, pero hacia el final del período se acentuaron las diferencias entre los tratamientos 0,3 y 0,6%.

La tabla 2 muestra los coeficientes de correlación entre los valores de la germinación alcanzados para cada trata-

miento, lo que indica el grado de afinidad o no de los patrones de germinación inducido por los niveles de salinidad.

Tabla 2. Matriz de correlación entre los valores de germinación de cada tratamiento.

| | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|-----|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|------|
| 0,0 | 1,00 | | | | | | | | | |
| 0,1 | 0,74* | 1,00 | | | | | | | | |
| 0,2 | 0,84*** | 0,85*** | 1,00 | | | | | | | |
| 0,3 | 0,47 | 0,76** | 0,59 | 1,00 | | | | | | |
| 0,4 | 0,21 | 0,55 | 0,40 | 0,82*** | 1,00 | | | | | |
| 0,5 | 0,16 | 0,54 | 0,24 | 0,87*** | 0,92*** | 1,00 | | | | |
| 0,6 | 0,17 | 0,24 | 0,35 | 0,59 | 0,86*** | 0,65* | 1,00 | | | |
| 0,7 | 0,37 | 0,69* | 0,43 | 0,95*** | 0,90*** | 0,97*** | 0,63* | 1,00 | | |
| 0,8 | 0,48 | 0,71* | 0,64* | 0,95*** | 0,81** | 0,78** | 0,67* | 0,88*** | 1,00 | |
| 0,9 | 0,18 | 0,48 | 0,20 | 0,81*** | 0,90*** | 0,97*** | 0,68* | 0,93*** | 0,69* | 1,00 |

* P<0,05

** P<0,01

*** P<0,001

En la primera columna se observa que los primeros valores de r fueron altos (0,74 y 0,84), pero tendieron a disminuir con el aumento de la concentración salina. Para las columnas dos y tres la tendencia en general fue similar, con algunos valores discordantes. A partir de la columna cuatro los valores de r tendieron a ser altos de manera continua, excepto para la columna siete correspondiente a la concentración 0,6%.

Las ecuaciones de regresión entre los niveles de salinidad y la germinación acumulada para cada día, así como los valores del coeficiente de correlación correspondientes a cada ecuación, se muestran en la tabla 3.

En la misma puede observarse el carácter negativo de la correlación entre valores de la concentración salina y la germinación; el mayor valor se obtuvo el tercer día ($r = -0,98^{***}$) y el menor para el sexto día ($r = -0,40$).

Las ecuaciones muestran una tendencia creciente para los valores de la

constante y el coeficiente de regresión con el aumento de los días del proceso germinativo; mientras que en las figuras 3 y 4 pueden verse las diferencias en la dispersión de los puntos para las ecuaciones 3 y 6 correspondientes al tercer sexto día.

Tabla 3. Análisis de regresión entre los niveles de salinidad y germinación acumulada para cada día.

| Día | a | b | r |
|-----|------|-------|----------|
| 1 | 8,2 | -10,4 | -0,86*** |
| 2 | 21,7 | -19,7 | -0,93*** |
| 3 | 32,3 | -24,3 | -0,98*** |
| 4 | 39,7 | -22,0 | -0,90*** |
| 5 | 25,0 | -27,1 | -0,91*** |
| 6 | 39,3 | -14,3 | -0,40 |
| 7 | 47,7 | -27,6 | -0,84** |
| 8 | 48,1 | -28,4 | -0,85** |

** P<0,01

*** P<0,001

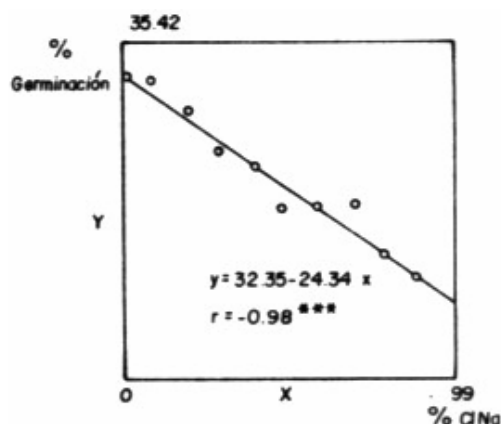


Fig. 3. Dispersión de los valores con relación a la línea de regresión en el tercer día de observación.

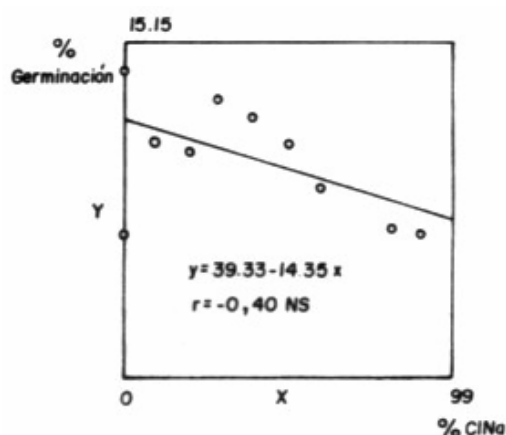


Fig. 4. Dispersión de los valores con relación a la línea de regresión en el sexto día de observación.

DISCUSIÓN

La reducción de la germinación con el aumento de la concentración salina ha sido señalada por Hayward (1956), quien explicó que este fenómeno era el resultado de la disminución o retardo de la absorción del agua por las semillas y de los efectos tóxicos que ejercen los iones sobre el embrión.

En el presente trabajo la energía germinativa siguió la misma tendencia que la germinación, pero mostró las

diferencias de una manera más nítida. Este comportamiento un tanto errátil mostrado en las últimas observaciones parece haber incidido en dichos resultados. González y Torriente (1984) encontraron esa misma tendencia en experimentos donde se trataban las semillas con nitrato de potasio (KNO_3).

Los bajos niveles de salinidad no parecieron ejercer un efecto de importancia en la disminución de la germinación de la alfalfa cv. Gilboa Africana, según sugieren la cercanía de los valores y la falta de significación entre el control y los dos primeros niveles de salinidad (0,1 y 0,2%). Estos resultados concuerdan con los hallados para el trigo por Francois, Maas, Donovan y Youngs (1986) para una de las dos variedades de alfalfa utilizadas en su trabajo experimental, pero no se encontraron los efectos estimulantes informados por Mozafar y Goodin (1986).

La tendencia irregular del proceso germinativo (fig. 2) pudo estar relacionada con el ritmo alterno de absorción del agua y la sal; según las observaciones realizadas durante la investigación, el suministro de agua destilada a los diferentes tratamientos salinos produjo mayor germinación en las semillas con las mayores concentraciones salinas, las que deben haber absorbido más sal, ya que Robinson *et al.* (1986) también encontraron resultados similares.

El valor mínimo de germinación alcanzado (de un 23%) a altos niveles de salinidad indica que el cv. Gilboa Africana puede considerarse tolerante a la salinidad en la fase de germinación, ya que tanto Hayward (1956) como Robinson *et al.* (1986) hallaron que los valores de 0,4-0,6% de ClNa son inhibidores de la germinación de esta especie.

Resultados superiores a estos han sido informados por Carlson, Ditterline, Martin, Sands y Luna (1983) quienes hallaron 8 variedades de alfalfa que

lograban un 1% de germinación con concentraciones de 2% de CNa. Malkin y Waisel (1986), por otra parte, lograron incrementos significativos de la tolerancia por métodos de selección.

La dinámica de la germinación (fig. 2) mostró una conducta similar a la informada por Hayward (1956) con las semillas de remolacha azucarera y por Francois *et al.* (1986) con el trigo, lo que sugiere que este comportamiento puede ser bastante universal.

Los valores de los coeficientes de correlación entre los tratamientos indican que para bajos niveles de salinidad la capacidad germinativa inicial tuvo influencia en los resultados, pero que esta disminuyó considerablemente para niveles más altos de salinidad. En este sentido, la presencia de semillas dogmáticas y la calidad individual de las semillas son fuentes de variación en el comportamiento de la germinación (Smith y Dobrenz, 1987) y pueden interactuar con los niveles de salinidad incidiendo sobre estos resultados. Se pudo observar que en general existió una alta correlación entre los valores de germinación de un nivel salino dado y su nivel inmediato, lo que sugiere poca afectación en el patrón de germinación.

Las posibilidades de caracterizar y predecir el comportamiento de la germinación bajo condiciones de estrés han sido señaladas por Smith y Dobrenz (1987), quienes han alertado sobre los errores en que se puede incurrir si no se considera el tiempo de almacenamiento de las semillas y su capacidad germinativa real.

Es sintomático el hecho de que la ecuación de más alto coeficiente de correlación se produjera en el tercer día de observación, coincidiendo con el pico de la velocidad de germinación, lo que sugiere que la calidad de la semilla es de mucha importancia para estimar con precisión el comportamiento en condiciones de estrés. La figura 3 permite

observar la linealidad de los puntos en torno a la recta de regresión.

El menor valor del coeficiente de correlación correspondiente al sexto día se originó por una gran dispersión en los valores, que pudo haber sido ocasionada por una elevación de la temperatura.

Los valores del coeficiente de regresión aumentaron con el número de días, lo que significa un incremento de la dependencia de la germinación en relación con el nivel de salinidad; es decir, que independientemente del más bajo coeficiente de correlación, la ecuación del último día de germinación debe ser la utilizada para los estimados.

El uso de esta ecuación permite estimar que para suprimir la germinación de la semilla utilizada sería necesario una concentración de 1,69% de CNa.

Se concluye que el cv. Gilboa Africana de alfalfa es tolerante a la salinidad en la fase de germinación y que el análisis de correlación y regresión permite interpretar las relaciones y el grado de dependencia entre la salinidad y el comportamiento de esta fase del crecimiento y desarrollo vegetal.

Se recomienda evaluar este cultivar en condiciones de suelos salinos y en zonas donde se adapte desde el punto de vista edafoclimático.

REFERENCIAS

- ANON. 1985. Estudio nacional de salinidad y/o sodicidad en base al mapa del suelo 1:50 000 (2da. versión). Centro Nacional de Suelos y Fertilizantes. Ministerio de Agricultura, La Habana. p. 30
- CARLSON, J.R.; DITTERLINE, R.L.; MARTÍN, J.M.; SANDS, D.C. & LUND, R.D. 1983. *Crop Sci.* 23:882
- DUNCAN, D.B. 1955. *Biometrics.* 11:1
- FRANCOIS, L.E.; MAAS, E.V.; DONOVAN, T.J. & YOUNG, V.L. 1986. *Agron. J.* 78:1053

- GONZALEZ, YOLANDA & TORRIENTE, OILDA. 1984. **Pastos y Forrajes**. 7:355
- HAYWARD, H.E. 1956. Plant growth under saline conditions. In: Utilization of saline water. Arid zone Research IV Reviews of Research. UNESCO, Paris. p. 37
- MAAS, E.V. 1986. **Applied Agricultural Research**. 1:9
- MALKIN, E. & WAISEL, Y. 1986. **Physiol. Plant**. 66:443
- McKIMMIE, T. & DOBRENZ, A.K. 1987.1 **Agron. J**. 79:943
- MENENDEZ, J.; TANG, M. & AIRA, A. 1987. **Pastos y Forrajes**. 10:203
- MOZAFAR, A. & GOODIN, J.R. 1986. **Plant and Soil**. 96:303
- ROBINSON, D.L.; DOBRENZ, A.K. & SMITH, S.E. 1986. **Agron. J**. 78:1099
- SMTIH, S.E. & DOBRENZ, A.K. 1987. **Crop Sci**. 27:1053
- WAHHAB, A. 1961. Salt tolerance of various varieties of agricultural crops at the germination stage. In: Salinity problems of the arid zone. Arid Zone Research XIV. Proceedings of the Teheran Symposium. UNESCO. Paris. p. 185

Recibido el 11 de julio de 1990