

NOTA TÉCNICA

CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE SORGO SOMETIDO A DEFOLIACIÓN Y DÉFICIT HÍDRICO¹

Noé Montes², V.A. González³, Leopoldo Mendoza³

RESUMEN

Calidad fisiológica de la semilla de sorgo sometido a defoliación y déficit hídrico. Los efectos de la defoliación fueron estudiados en plantas de sorgo sometidas a sequía en las etapas de pre y postfloración. Se midió la calidad de la semilla obtenida de una línea de sorgo evaluada bajo invernadero en 1991 en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. La sequía en prefloración consistió en cortar el agua a las plantas cuando estas mostraron la etapa de diferenciación de las ramillas primarias, mientras que durante postfloración, el agua fue cortada al inicio de la floración. Los niveles de defoliación (0, 40 y 80% del total del área foliar) fueron aplicados durante cada tratamiento de sequía. En general, la germinación se redujo cuando el tamaño de la semilla disminuyó. En los tamaños de la semilla de 3 y 3,5 mm el porcentaje de germinación fue por encima del 80%, mientras que en el tamaño de 2,5 mm la germinación se redujo drásticamente en las plantas que no fueron defoliadas en las dos condiciones de humedad. Esto indica que los factores adversos tales como la sequía y la defoliación pueden reducir el tamaño de la semilla, pero a la vez pueden estimular la germinación de la misma.

ABSTRACT

Physiological quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) seed subjected to defoliation and drought stress. The effects of defoliation were studied in sorghum plants subjected to drought stress in pre and post-blooming stages. The quality was appraised on the seed obtained from a sorghum line evaluated under greenhouse conditions in 1991, at the Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico. The pre-blooming drought stress consisted of withholding the water to the plants at their primary branch differentiation stage, whereas during the post-blooming drought stress, the water was withheld at the early blooming stage. The defoliation levels (0, 40 and 80% of the total leaf area) were conducted during each drought stress treatment. In general, the germination was reduced as the seed size decreased. The germination percentage was above 80% for the 3 and 3.5 mm seed sizes; while for the 2.5 mm seed size, the germination decreased rapidly in plants that were not defoliated in both moisture conditions. This indicates that adverse factors such as drought stress and defoliation can reduce seed size, but at the same time it can also stimulate the seed germination.

INTRODUCCION

El déficit hídrico puede restringir el rendimiento de los cultivos en las regiones semi-áridas, al ocasionar una reducción en la tasa de crecimiento de la planta a través de la inhibición de la división celular y/o de la inhibición de la diferenciación celular. En sí, las deficiencias hídricas afectan cada aspecto del crecimiento

y desarrollo, modificando la anatomía, morfología, fisiología y bioquímica de la planta, en una magnitud dependiente del grado y duración del déficit, así como del estado de desarrollo de la planta (Hsiao y Acevedo, 1974).

Por ejemplo, el sorgo es más susceptible a la sequía en las etapas de formación de la panícula (Manjarrez, 1986) y en la de llenado del grano (Fisher y Tumer, 1978);

¹ Presentado en la XL Reunión Anual del PCCMCA en Costa Rica, América Central. 13 al 19 de marzo, 1994.

² M.Sc. Investigador del Programa de Cultivos Industriales-Sorgo del Campo Experimental Río Bravo, CIRNE-INIFAP. Apartado. 172. CP 88900, Cd. Río Bravo, Tamaulipas, México.

³ Dr. Profesores Investigadores del Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. Carretera México-Texcoco km 35.5. Apartado. postal 21. CP 56100.

en la primera etapa se afecta el número de granos (principal componente del rendimiento) y en la segunda el tamaño de los mismos. Además el control del área foliar y de la morfología son considerados como los principales mecanismos que una planta posee para enfrentar grandes períodos de sequía (Kramer y Kozlowski, 1979). Una reducción en la magnitud del aparato fotosintético puede reducir el crecimiento, particularmente durante períodos con sequía severa, pero también puede causar una disminución en la pérdida de agua por transpiración, además de la incorporación de mecanismos de reducción en el consumo de agua: ello permite retardar los efectos del déficit hídrico debido a una mayor disponibilidad de asimilados, alterando las relaciones hídricas y las relaciones fuentedemanda en la planta (Begg, 1980).

Por otra parte, la expresión de la calidad fisiológica de las semillas de diversas especies depende fundamentalmente de su tamaño. Se ha observado que el desarrollo inicial está gobernado por la cantidad de reservas, tamaño del embrión, cantidad de proteína y eficiencia de los sistemas enzimáticos que le confieren mayor velocidad de crecimiento (Chan y Molina, 1992). Estos autores realizaron un estudio tendiente a determinar la influencia del tamaño de semilla de tres híbridos de sorgo sobre la germinación y otras pruebas de laboratorio; encontraron que el tamaño y el genotipo afectaron significativamente las variables evaluadas. Las semillas grandes presentaron 76% de germinación en invernadero, mientras que las pequeñas el 58%.

También Perry (1980) observó que semillas más grandes produjeron raíces más grandes que las semillas pequeñas, o bien que las plantas provenientes de semillas grandes, fueron más vigorosas que las plántulas provenientes de semillas pequeñas de la misma variedad, y también que al incrementarse el tamaño de la semilla se mejoró la germinación y por ende la emergencia.

En otro estudio, Corral (1985) observó el efecto del tamaño de la semilla en los porcentajes de germinación de ocho genotipos de sorgo; encontró diferencias

significativas entre genotipos x tamaños de semilla; mientras que entre tamaños no existió diferencia, aún cuando se observó una tendencia hacia un menor porcentaje de germinación conforme la semilla es más pequeña.

Por su parte, Mora (1991) observó la germinación de semillas de sorgo provenientes de diferentes tratamientos donde se aplicó poda a la planta en diferentes etapas de desarrollo. A la cosecha se encontró que la semilla mediana (3,5 a 4 mm de diámetro) representó entre 46 y 75 % del total; de tal manera que ésta se utilizó en la prueba estándar de germinación, donde se obtuvieron valores no menores a 94%, debido a que la semilla empleada no se mantuvo en agobio.

El presente trabajo tuvo como finalidad el cuantificar el efecto de la manipulación del área foliar en la calidad de la semilla, en un sorgo sometido a déficit hídrico en dos etapas de su desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante el período de mayo a septiembre de 1991, bajo condiciones de invernadero en el Colegio de Postgraduados, localizado en Montecillo, Texcoco, México a 19° 29' de latitud norte y 98° 54' de longitud oeste, y a una altitud de 2250 msnm; su clima corresponde al tipo Cb(Wo)(W)b(i')g, con una temperatura media de 15,1° C y una precipitación anual de 625 mm.

Se utilizó una línea B (mantenedora de la fertilidad) de sorgo tolerante al frío proveniente del programa de sorgo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Primeramente se sembraron semillas de sorgo en vasos de unicel (tres por vaso); posteriormente, y antes de que tuvieran una altura de 5 cm, las plántulas homogéneas fueron transplantadas a macetas de polietileno de 40 x 100 cm (20 kg de suelo), para simular condiciones de campo.

Tratamientos

Fueron seis tratamientos resultantes de la combinación de tres niveles de defoliación y dos niveles de humedad.

1) Defoliación.

Se aplicaron tres grados de defoliación simultáneamente con los tratamientos de humedad edáfica. Los grados de defoliación fueron: a) 0% de defoliación (testigo), b) 40% de defoliación, c) 80% de defoliación.

Tales defoliaciones consistieron en cortar la fracción indicada en todas y cada una de las hojas maduras de la planta; para determinar la fracción, se utilizó la relación entre el peso de la hoja y el largo de la misma, estimada en una muestra de cinco plantas.

2) Humedad del suelo

Se establecieron dos condiciones de humedad en el suelo:

- a) **Riego.** Las plantas se mantuvieron durante el ciclo del cultivo, con 60% o más de humedad aprovechable en el suelo, la cual fue determinada mediante la curva de retención de humedad del suelo utilizado.
- b) **Sequía.** Se logró mediante la suspensión del riego hasta que las plantas no defoliadas mostraron marchitez permanente; o sea, cuando las plantas ya no pudieron recuperar la turgencia durante la noche.

Etapas de aplicación del déficit hídrico

Las defoliaciones combinadas con los regímenes de humedad del suelo, se aplicaron en dos etapas reproductivas del desarrollo.

- a) **Iniciación de la panícula.** La suspensión del riego y aplicación de los grados de defoliación durante la iniciación de la panícula, se iniciaron cuando la planta tenía seis hojas liguladas y presentaba la fase de diferenciación de ramillas primarias (42 días

después de siembra (DDS); al final del período, las plantas estaban en la etapa de alargamiento de la inflorescencia.

- b) **Grano lechoso.** La aplicación de los tratamientos en el estado de grano lechoso se inició en la floración (77 DDS) y se terminó en la etapa de grano masoso (103 DDS).

Una vez que las plantas alcanzaron la marchitez permanente se les aplicó un riego de recuperación al día siguiente por la mañana; posteriormente, se mantuvieron bajo riego por el resto del ciclo.

Variables medidas durante y al final del ciclo

1) Potencial hídrico del suelo

Se determinó mediante un medidor marca MICRONT A modelo 63-685 de 0 a 10 unidades; tal medidor previamente se calibró y se le hizo un análisis de regresión contra la humedad del suelo medida gravimétricamente. Adicionalmente, se obtuvo la curva de retención de humedad del suelo, a la cual se le ajustó una ecuación de regresión. De esa forma, haciendo uso de los porcentajes de humedad proporcionados por las dos curvas, medidos a dos profundidades del suelo (5-10 y 35-40 cm) y a las 11:00 horas, se obtuvieron los potenciales hídricos del suelo antes, durante y después de un déficit hídrico en todos los tratamientos.

2) Calidad de semilla.

- a) **Tamaño de la semilla.** La semilla resultante a la cosecha de las panojas principales se limpió, se seleccionó y contó por tamaño (se separó en tres tamaños: 3,5, 3 y 2,5 mm de diámetro) y por tratamiento con una máquina de aire y zarandaz (MAZ).
- b) **Germinación de la semilla.** Una vez obtenida la semilla en sus diferentes tamaños, esta se utilizó en una prueba de germinación estándar, la cual se realizó en laboratorios de análisis de semillas de la Productora Nacional de Semillas y del Colegio de Post-graduados. Para la prueba se utilizó papel Sanitas previamente mojado con agua destilada en el que se colocaron 25 semillas por muestra, a una temperatura de 25-30° C durante 7 a 10 días.

Diseño experimental

Diseño utilizado.

El experimento se basó en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3 en cada etapa de aplicación de sequía con cuatro repeticiones (una planta por repetición) para todos y cada una de las variables medidas en los diferentes muestreos.

Otros análisis estadísticos

Para el caso del análisis de varianza de datos en porcentajes, se realizaron transformaciones de estos valores utilizando el procedimiento descrito por Steel y Torrie (1985), con base en el arcoseno de la raíz cuadrada del valor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad del suelo

En el estrato superficial del suelo (5- 10 cm) la sequía aplicada en prefloración causó una rápida pérdida de la humedad; esta pérdida fue menor y más lenta conforme la defoliación de la planta de sorgo fue más intensa (Figura 1). Así, al alcanzar la marchitez permanente (MP), este estrato tenía un potencial hídrico del suelo de -58 bares en el tratamiento de sequía sin defoliación (SEQUIA-0), de -49 bares en el de SEQUIA-40 y de -28 bares en el de SEQUIA-80; los tratamientos de riego, en cualquier nivel de defoliación, se mantuvieron con un potencial hídrico cercano a cero bares.

Por su parte, en el estrato de 35 a 40 cm la sequía también produjo un severo abatimiento de la humedad edáfica, pero sólo cuando se combinó con plantas no defoliadas (Figura 2). A la MP, el tratamiento de SEQUIA-0 presentó un potencial hídrico de -16 bares, mientras que en SEQUIA-40 el potencial hídrico apenas declinó temporalmente a -6 bares y en el de SEQUIA-80 se comportó igual a los testigos de riego. Al respecto, Manjarrez (1986) y Torres (1992), al aplicar sequía durante la etapa reproductiva del sorgo, observaron que las plantas no recuperaron su turgencia durante la noche a

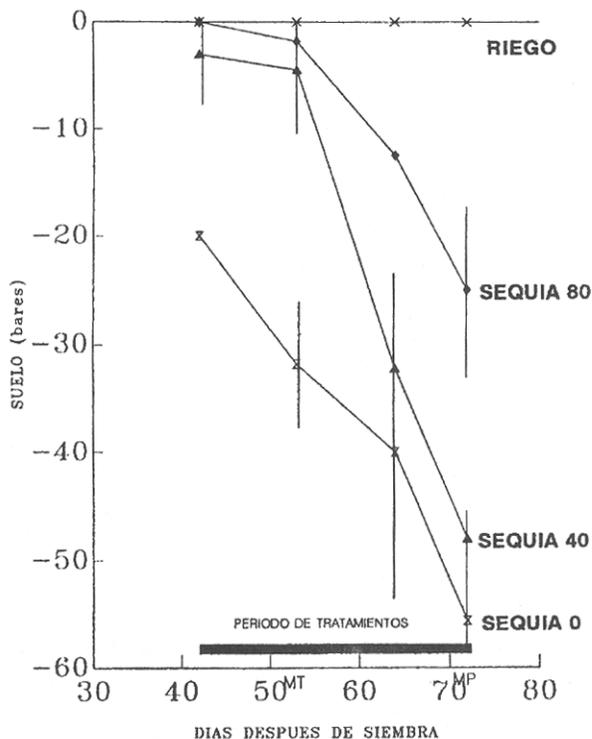


Fig. 1. Efecto de tratamientos aplicados en prefloración sobre el potencial hídrico del suelo a los 5-10 cm.

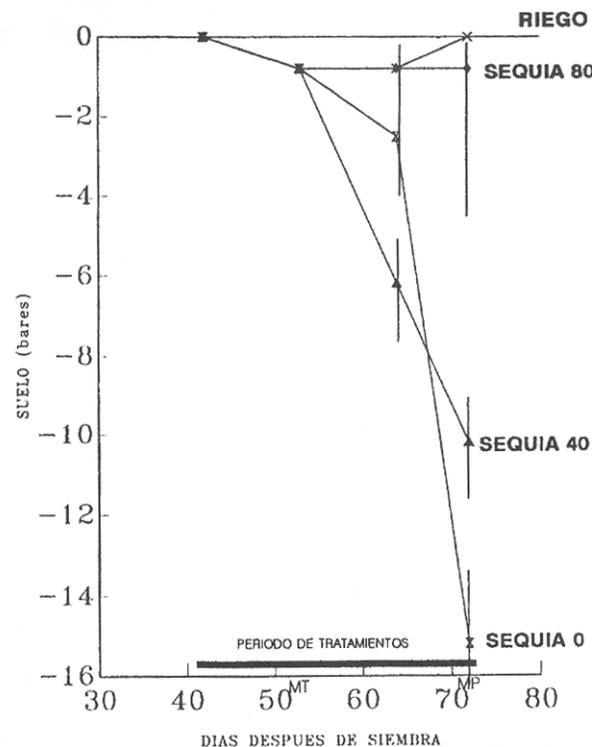


Fig. 2. Efecto de tratamientos en prefloración sobre el potencial hídrico del suelo a los 35-40 cm.

porcentajes de humedad del suelo inferiores al punto de marchitez permanente (8% aproximadamente). Esto concuerda con lo observado en este estudio, en el cual se presentó la MP a un porcentaje de humedad de 7%. Sin embargo, esos autores lograron la MP en menos días debido a que usaron casi la mitad del suelo utilizado en este trabajo.

La sequía aplicada en postfloración causó una fuerte disminución de la humedad en los estratos de 5 a 10 y de 35 a 40 cm (Figuras 3 y 4, respectivamente). En el estrato superficial, los tratamientos SEQUIA-0 y SEQUIA-40, alcanzaron un potencial hídrico de -53 bares a MP, mientras que en el tratamiento de SEQUIA-80 el potencial hídrico a MP fue de -42 bares. En el estrato de 35 a 40 cm también hubo una considerable caída del potencial hídrico en los tratamientos de sequía (alrededor de -30 bares) excepto en el de SEQUIA -80 que presentó valores similares a los mostrados por los tratamientos bajo riego (cerca de cero bares). Lo anterior se atribuye,

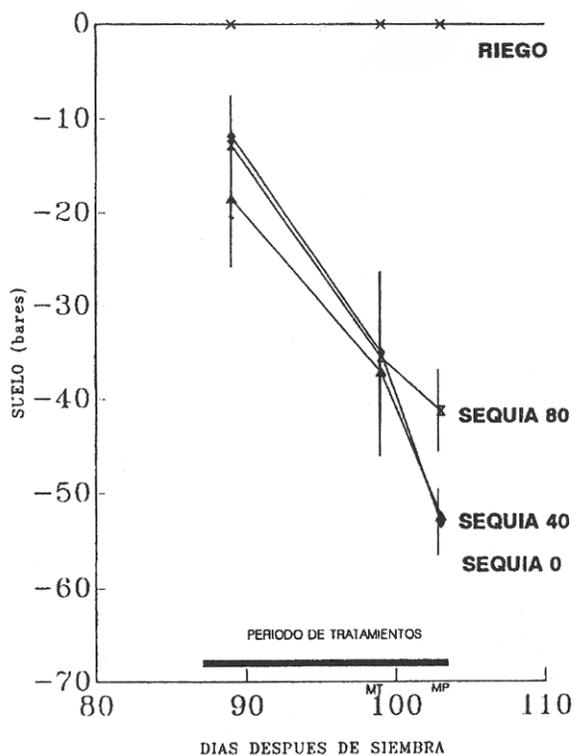


Fig. 3. Efecto de tratamientos aplicados en postfloración sobre el potencial hídrico del suelo a los 5-10 cm.

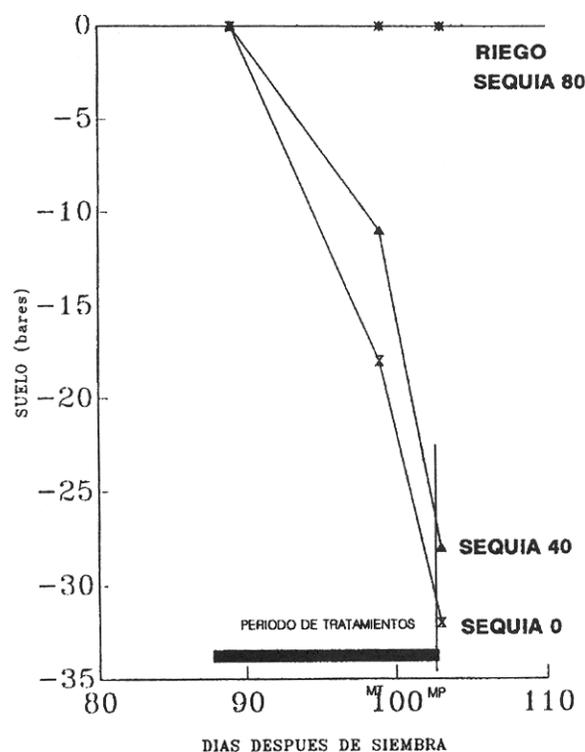


Fig. 4. Efecto de tratamientos aplicados en postfloración sobre el potencial hídrico del suelo a los 35-40 cm.

a que al eliminar el área foliar activa con la defoliación también se reduce la pérdida de agua por transpiración, y la humedad disponible en el suelo se conserva por más tiempo.

Tamaño de la semilla

Se encontró diferencia significativa en el porcentaje de semillas producidas en cada tamaño en los tratamientos aplicados en prefloración (Figura 5), mientras que dentro de cada tamaño no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto concuerda con Corral (1985) y demuestra que el tamaño de la semilla (segundo componente del rendimiento de grano) en esta etapa no se ve afectado significativamente por el efecto de la sequía y/o de la defoliación.

Se observó además que el mayor porcentaje de semilla se produjo en los tamaños de 3 y 3,5 mm, siendo en este último donde los tratamientos bajo riego

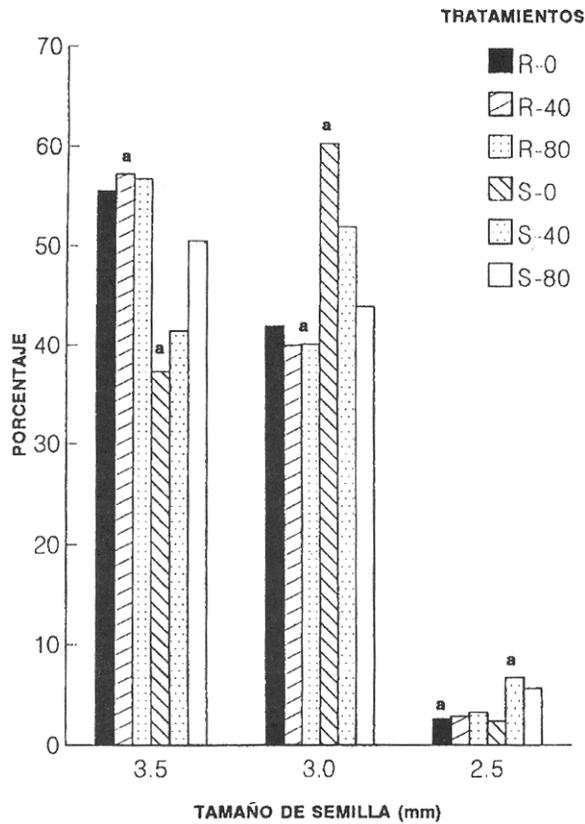


Fig. 5. Proporción de semilla producida en prefloración.

proporcionaron la mayor cantidad de semilla producida. Por su parte, los tratamientos bajo sequía mostraron la tendencia a incrementar el porcentaje de semilla en el tamaño mediano (3 mm).

En la etapa de postfloración sí se afectó el porcentaje de semilla producida en cada tamaño (Figura 6), presentándose una mayor proporción en el tamaño medio. Esto concuerda con Mora (1991) quien encontró que la semilla mediana representó el mayor porcentaje del total.

De nueva cuenta se aprecia que el mayor porcentaje de semillas en los tratamientos de RIEGO-O y de RIEGO-40 fue producido en el tamaño de 3.5 mm, con la tendencia a disminuir en los demás tamaños. Por su parte, la defoliación al 80% bajo riego incrementó el porcentaje de semilla hacia los tamaños de 3 y 2,5 mm.

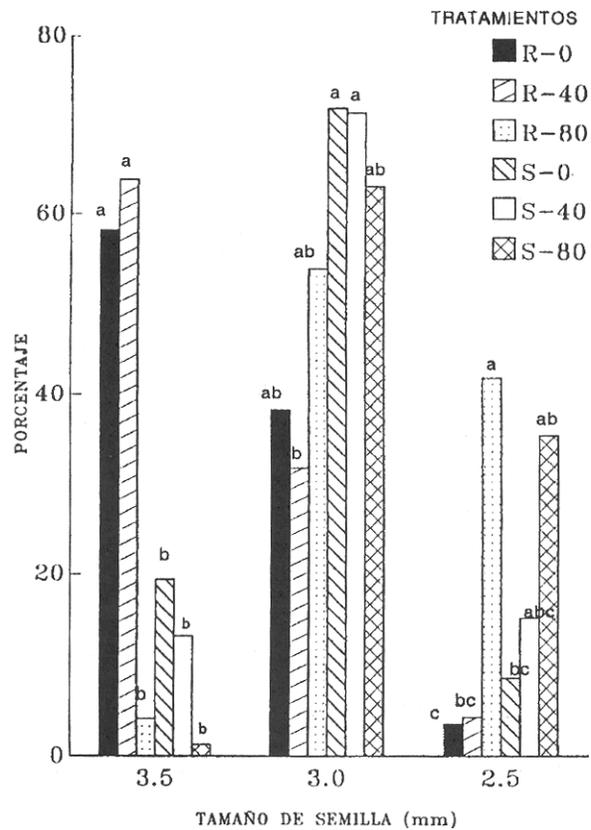


Fig. 6. Proporción de semilla producida en postfloración.

La sequía indujo a que se presentaran mayores valores de porcentaje de semilla producida en los tamaños de 3 y 3,5 mm, con la tendencia a disminuir conforme el grado de defoliación aumentó. Lo inverso sucedió en el tamaño de 2,5 mm, donde la mayor defoliación (80%) en ambas condiciones de humedad produjo un mayor porcentaje de semilla.

Calidad fisiológica de la semilla (germinación)

En general, el porcentaje de germinación se redujo al disminuirse el tamaño de la semilla, tanto en plantas tratadas en pre como en postfloración (Figuras 7 y 8). Resultados similares fueron observados por Perry (1980), Corral (1985), Mora (1991) y Chan y Molina (1992), quienes indicaron que la semilla más grande tiene una germinación más alta que la semilla pequeña, debido principalmente a la cantidad de reservas, tamaño del

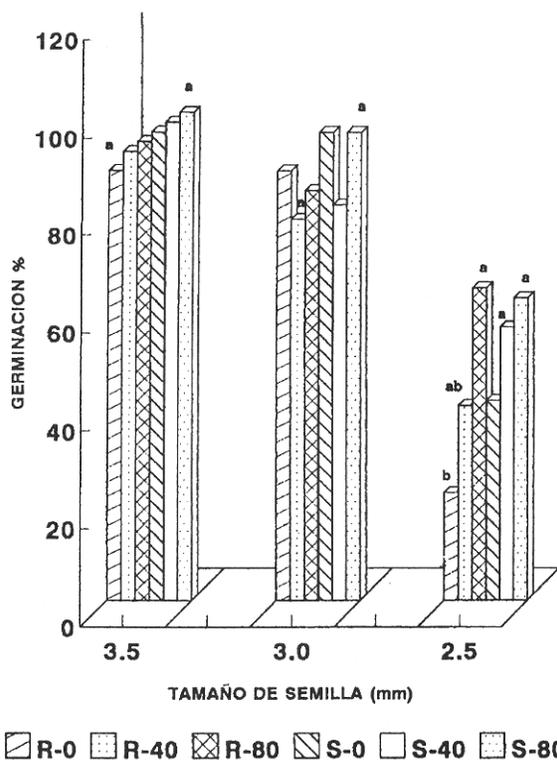


Fig. 7. Efecto de la sequía y de la defoliación aplicadas en prefloración sobre la germinación de la semilla.

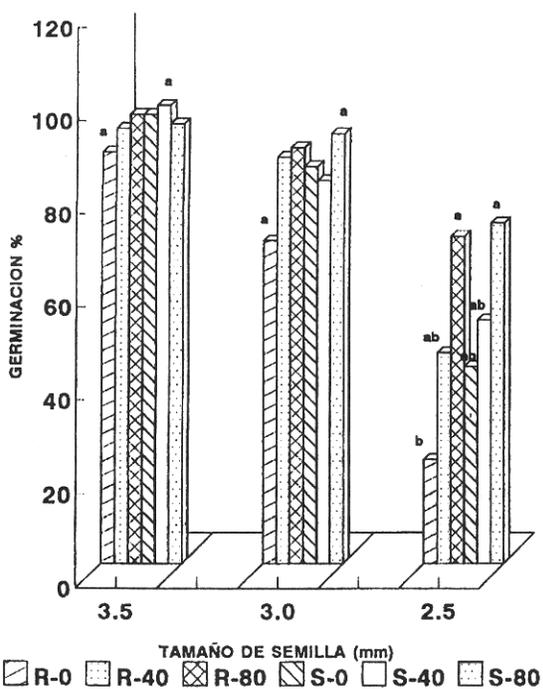


Fig. 8. Efecto de la sequía y de la defoliación aplicadas en postfloración sobre la germinación de la semilla.

embrión, cantidad de proteínas y eficiencia en los sistemas enzimáticos que le confieren a las semillas grandes mayor velocidad de crecimiento.

En los tamaños grande (3,5 mm de diámetro) y medio (3,0 mm) se obtuvieron porcentajes de germinación por arriba de 80%, y sin diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada tamaño, mientras que en el tamaño pequeño la germinación se redujo drásticamente, sobre todo en plantas no defoliadas; ello indica que la defoliación mejoró la germinación de la semilla pequeña (2,5 mm), en riego y en sequía. Además, comparando sólo plantas no defoliadas, bajo sequía se produjeron semillas con mayor capacidad de germinación que las de riego. Esta respuesta parece señalar, de nuevo, que los factores adversos, como sequía y defoliación, si bien abaten el tamaño de la semilla, también tienden a mejorar su germinación.

LITERATURA CITADA

BEGG, J. E. 1980. Morphological adaptations of leaves to water stress. *In*: Turner and Kramer (eds). Adaptations of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, New York.

CHAN N., M.E.; MORENO, J. M. 1992. Influencia del tamaño de la semilla sobre la calidad fisiológica de la simiente de sorgo. *In*: Avances de investigación 1991. Colegio de Postgraduados. p. 6.

CORRAL D., B. 1985. Selección en sorgo para vigor de plántula y tolerancia al frío en la etapa de germinación. Tesis M.e. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.

FISHER, R. A.; TURNER, N. C. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29:277-317.

HSIAO, T. C.; ACEVEDO, E. 1974. Plant responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. *Agric. Meteorol.* 14:59-84.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. T. 1979. Physiology of woody plants. (Eds). Ac. Press. London.

MANJARREZ S., P. 1986. Respuesta de dos sorgos tolerantes al frío a deficiencias hídricas en diferentes etapas

- fenológicas. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 73 p.
- MORA A., R. 1991. Métodos para sincronizar la floración en líneas parentales de sorgos híbridos y su efecto en la calidad de la semilla. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. p. 103.
- PERRY, D. A. 1980. The concepts of seed vigour and its relevance to seed production techniques. *In*: Seed production. Hebblethwaite, P.D. (ed.). Butterworths Publishers, London. p. 585-591.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística, principios y procedimientos. 2a. edición. McGraw-Hill Inc., USA. pp. 227-228.
- TORRES M., H. 1992. Comparación de sorgos isogénicos para color de planta. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 145 p.