

Influencia del espesor del tape de las semillas sobre el proceso de germinación y desarrollo fisiológico de las plántulas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Influence of seed planting depth on germination and physiological development of seedlings in Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Reinaldo Alemán Pérez (1), Mirian Daniel Rodríguez (2), Sinesio Torres García (2), Reinaldo Quiñones Ramos (2) y Gudelia Rodríguez Valdés (1).

(1) Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

(2) Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

E-mail: reinadoa@uclv.edu.cu

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio Docente Investigativo de Granos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Consistió en el estudio de diferentes espesores de tape de las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), y su influencia en el proceso germinativo y desarrollo de las primeras fases de las plántulas. Se utilizó la variedad CIAP-132 R. Se realizaron pruebas de germinación diaria del cultivo según el espesor de tape de la semilla a partir de los tres días de realizada la siembra. Además, se realizó un estudio del desarrollo de las plántulas en el transcurso del proceso de germinación. En los resultados obtenidos se demuestra que ya a partir de los tres primeros días de la siembra, es los casos en que se empleó una menor profundidad en el tape de la semilla hubo un mayor porcentaje de germinación así como se logró un mejor desarrollo de las plántulas en relación con las que recibieron mayor cubierta de suelo, excepto en la altura de las plantas donde ocurrió lo contrario.

Palabras clave: Espesor de tape, semillas, sorgo.

ABSTRACT. The study was undertaken at the Grains Educational Investigation Laboratories of the Center for Agricultural Studies (CIAP) of the Agricultural Sciences Department at the Central University "Marta Abreu" of Las Villas. Different seed planting depths for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) were studied to understand the influence that planting depth has on seedling germination and the initial stages of plant emergence. The CIAP-132 R variety was used. Three days prior to planting, daily germination tests were conducted for each planting depth. In addition, the development of plant emergence during the germination process was also studied. Results demonstrate that three days prior to planting, seedlings with the least soil cover show the greatest percentage of germination as well as the best development of plant emergence, except in the case of plant height where results obtained were contrary (greater planting depth, greater plant height).

Key words: Planting depth, seed, sorghum.

INTRODUCCIÓN

A partir de los tiempos primitivos y durante siglos, el cultivo del sorgo ha sido utilizado de diversas formas por el hombre. Sus aportes para la alimentación humana y animal le confieren gran importancia en la actualidad en muchas partes del mundo.

El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), constituye la base de la alimentación en algunos

regiones en vías de desarrollo, principalmente asiáticas y africanas. Está comprobado que puede sustituir cereales como el trigo y el maíz en la mayoría de sus usos, tanto en la alimentación humana, como en la producción de forrajes o granos para la ceba de animales y por su diverso uso industrial.

El cultivo del sorgo ha demostrado que es muy sensible a las diferencias en los espesores de tape de

las semillas pues en aquellas que reciben mayor cantidad de suelo sobre ellas en algunos casos no germinan o lo hacen muy desfasadas en relación con las que quedan más en la superficie del suelo. Esta problemática trae dificultades en el manejo agrotécnico del cultivo, momento de cosecha y uniformidad del estado de las plantas en ese período.

Tomando en cuenta que en las condiciones climáticas de Cuba no se han realizado investigaciones que definan este aspecto de la tecnología del cultivo y las recomendaciones que se hacen son empíricas o basadas en resultados obtenidos en otros países es que se realizó esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio Docente Investigativo de Granos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Consistió en el estudio de diferentes espesores de tape de las semillas de sorgo y su influencia en el proceso germinativo y desarrollo de las primeras fases de las plántulas. Para ello se utilizó la variedad de sorgo CIAP-132 R.

Se utilizaron seis tratamientos diferentes: 3, 6, 9, 12, 15 y 18 cm de suelo sobre la semilla.

Fueron utilizadas para los experimentos 3 cámaras de madera con 6 alvéolos (3 filas y 3 columnas) y se preparó un sustrato de suelo pardo sialítico. (Hernández y otros, 1999)

Las evaluaciones se realizaron a partir del tercer día de la siembra con una frecuencia diaria, hasta los 31 días (1 mes) que debe terminar el proceso de germinación, según Vázquez y Torres (2006). Los aspectos que se tuvieron en cuenta para las evaluaciones fueron:

- Germinación diaria y acumulada.
- Estado fisiológico de las plantas cuando tenían dos pares de hojas y al finalizar el experimento.

Para ello se evaluó diariamente la cantidad de

semillas germinadas y para el estado fisiológico se evaluó la altura de la planta, el crecimiento de la raíz y el número de hojas al finalizar el proceso de germinación. Para este análisis se tomaron diez plantas por tratamientos

Además, se determinó la materia seca de 10 semillas las que fueron tomadas al azar y resultaron representativas de las utilizadas en los experimentos. En el momento en que las plántulas tenían formadas y visibles las hojas cotiledonales y antes de que realizaran fotosíntesis se procedió a determinar su peso fresco y seco. Para ello se tomaron 10 plantas por cada tratamiento de cada repetición.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Las variables relacionadas con el desarrollo fisiológico de las plantas fueron procesadas mediante modelos de Anova de clasificación simple previa comprobación de los supuestos básicos del modelo, complementándose con la comparación de medias de tratamientos por la prueba de Duncan. El gasto de materia seca se modeló con respecto a las diferentes profundidades de siembra mediante técnicas de regresión lineal, donde la variable independiente fue la profundidad de siembra.

Para el procesamiento estadístico se empleó el paquete STATGRAPHICS versión 5.0 de 2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la Tabla 1, en los tratamientos 1 y 2 más del 50 % de las semillas de sorgo ya habían germinado a los 5 días, sin diferencia estadística entre ellos ni con el tratamiento número 3 y sí con el resto de los tratamientos que no lograron superar el 33 % de germinación. Cuando el tape de las semillas fue de 12, 15 y 18 cm de suelo la germinación fue muy baja en los primeros diez días, sobre todo en los dos últimos, donde no logró superar el 50 %, a diferencia de los tres primeros tratamientos los cuales superaron esta cifra con un valor máximo alcanzado de 88 % en aquellas semillas que tenían 3 cm de cubierta de suelo. A los quince días los tratamientos 1 y 2 muestran el 100 % de sus semillas germinadas sin diferencia estadística entre ellos y sí con el resto de los tratamientos cuyos porcentajes de germinación están

en el orden del 46 al 83%. A los 20 días se logró un acumulado del 100 % en los tres primeros tratamientos y no así en los tres últimos. De esta forma se mantuvo hasta los 30 días, no mostrando diferencias estadísticas entre los tratamientos número

1, 2, 3 y 4 pero sí con el resto de los tratamientos. Los peores porcentajes de germinación se obtuvieron en aquellos tratamientos donde las semillas tenían un espesor de tape de 15 cm y 18 cm con valores desde 75 a 80 %.

Tabla 1. Proporciones que muestran la germinación de las semillas según espesores de tape y días después de la siembra del cultivo de sorgo

Tratamientos	Tamaño muestra	Intervalos de días a partir de la siembra					
		5 días	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días
1(3 cm de suelo)	60	0,500 a	0,883 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
2(6 cm de suelo)	60	0,533 a	0,916 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
3(9 cm de suelo)	60	0,416 ab	0,616 b	0,833 b	0,999 a	0,999 a	0,999 a
4(12 cm de suelo)	60	0,333 bc	0,516bc	0,650 c	0,950 a	0,950 a	0,950 a
5(15 cm de suelo)	60	0,233 c	0,383 c	0,633 c	0,800 b	0,800 b	0,800 b
6(18 cm de suelo)	60	0,216 c	0,416 bc	0,466 d	0,750 b	0,750 b	0,750 b

(a, b, c, d) Proporciones con letras no comunes en una misma columna difieren estadísticamente a ($p < 0,05$).

Estos resultados confirman que las semillas cuando tienen sobre sí mucho suelo demoran más en germinar dado el gasto de sus reservas por el tiempo que demoran en vencer la cubierta de suelo, estas reservas se agotan antes de llegar a la superficie y es por ello que los porcentajes de germinación son más bajos, resultados que se corresponden con los obtenidos por Aguirrezábal y otros (1996) quienes señalan el efecto negativo que tienen los espesores de tape superiores a los 9 cm sobre el proceso germinativo de las semillas ya que afectan la velocidad de germinación así como sus porcentajes. Estos resultados también coinciden con Kaewmeechai y Potan (1996) quienes expresan que en suelos sueltos las profundidades deben ser de hasta 7-8 cm, en cambio, en suelos compactos no conviene sobrepasar los 4-5 cm ya que trae consecuencias nefastas en el poder germinativo de las semillas.

En la medida que las semillas de sorgo tenían más cubierta de suelo, las plantas alcanzaron mayor altura (Figura 1). Cuando el cultivo se encontraba en la fase de los dos primeros pares de hojas verdaderas, en el tratamiento 6 (18 cm de espesor de tape) las plantas alcanzaron 24,9 cm de altura con diferencia

estadística entre los tres últimos tratamientos y no así con el tratamientos 2 y 3. La menor altura de las plantas se obtuvo en el tratamiento 1 (3 cm de espesor) con valores de 20,30 cm, es decir 4 cm menos que los obtenidos en el tratamiento 6. Los tratamientos 4 y 5 no difieren estadísticamente entre ellos ya que ambos no sobrepasaron los 23 cm de altura.

A los 30 días se obtiene que a medida que el espesor de tape es mayor la altura aumenta. Ya en esta etapa se puede ver como los tratamientos se diferencian más los tratamientos entre ellos lográndose los mayores valores de 40,92 cm. Los menores valores fueron en los dos primeros tratamientos, los cuales no difieren estadísticamente entre ellos pero si con el resto de los tratamientos, ambos no lograron sobrepasar los 23 cm de altura. Los tratamientos 5 y 6 no difieren entre sí logrando una altura de 37,83 y 40,92 cm, respectivamente, así como los tratamientos 5 y 4 no difieren entre ellos pero sí con el resto.

Durante el proceso de germinación y elongación de la plántula, aquellas que estaban con mayor cubierta

de suelo necesitaron vencer una mayor distancia hasta llegar a la superficie por lo que su presión de turgencia aumenta y por ello las células se alargan como consecuencia del estiramiento de la pared celular, los tallos se hacen más largos y en ese estado emergen (Vázquez y Torres, 2006). Esto coincide con lo expresado por Díaz (2001) respecto a que

cuando el hipocótilo crece bastante, en el momento que los cotiledones se separan el epicótilo se elonga para que las dos primeras hojas queden al aire y reciban la luz del sol. Sus hojas verdaderas se forman a mayor altura por lo que estas plantas resultan más largas y más débiles en comparación con las que estaban más próximas a la superficie.

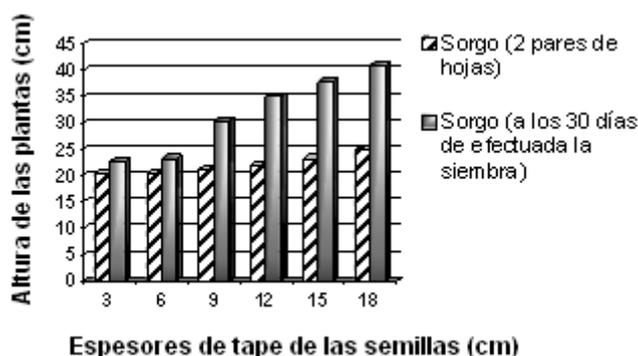


Figura 1. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre la altura de las plantas de sorgo

La longitud de las raíces (Figura 2) fue mayor en el tratamiento número 1 que en el resto de los tratamientos. Cuando estaba en fase de dos pares de hojas este tratamiento alcanzó un valor de 27,51 cm mostrando una diferencia estadística con el resto de los tratamientos. Se manifiesta una tendencia a ser menores los valores de longitud de la raíz en la medida en que aumenta el espesor del tape de las semillas, con un valor en el último tratamiento de 20 cm menos que en el tratamiento 1. Entre los tratamientos de 12 y 15 cm de suelo sobre la semilla no hubo diferencias estadística pero sí de ellos con el resto de los tratamientos, estos tratamientos no sobrepasaron los 14 cm de longitud de la raíz. Así, llegan a alcanzar a los 30 días valores máximos de longitud de raíz de 52 cm. Se observa claramente la gran diferencia estadística en esta etapa entre los primeros tratamientos y los últimos donde el tratamiento 6 tiene 31cm menos que el tratamiento 1 (3 cm de suelo sobre la semilla). En esta etapa no se presentaron diferencias estadísticas entre los cuatro últimos tratamientos ya que todos estuvieron alrededor de los 20 cm de longitud de la raíz pero sí con el resto. En el segundo y tercer tratamiento tampoco hubo diferencias estadísticas pero sí de todos los tratamientos con el primero el cual logró el valor más alto de longitud de la raíz.

Esto se explica porque las plántulas que emergen más próximas a la superficie no tienen que dedicar tanto de su reserva a alargar el tallo para llegar a esta como ocurre en las que están más cubiertas de suelo. Siendo así, estas plantas dedican más energía a desarrollar sus otros órganos los que se ven beneficiados con un mayor crecimiento. Según Martín (1996) las raíces del sorgo pueden penetrar en el suelo hasta 2,4 m y esta longitud y desarrollo del sistema radical se inicia más temprano cuando las semillas se encuentran más próximas a la superficie lo que coincide con R.A.E. (2008) quien además agrega que es importante tener en cuenta la cubierta de suelo a la hora de sembrar por su influencia en la energía germinativa de las semillas.

El cultivo de sorgo desarrolló un mayor número de hojas en aquellas plantas que su espesor de tape fue de 3 cm (Figura 3). El tratamiento 1 difiere estadísticamente con el resto de los tratamientos logrando un número de 6 hojas a los 30 días de sembrado. Entre los tratamientos de 9 y 12cm no existen diferencias estadísticas logrando un número de 5 hojas, pero si con el resto de los tratamientos. El valor mínimo fue en el último tratamiento con un número de 3 hojas, diferenciándose estadísticamente con el resto de los espesores de tape.

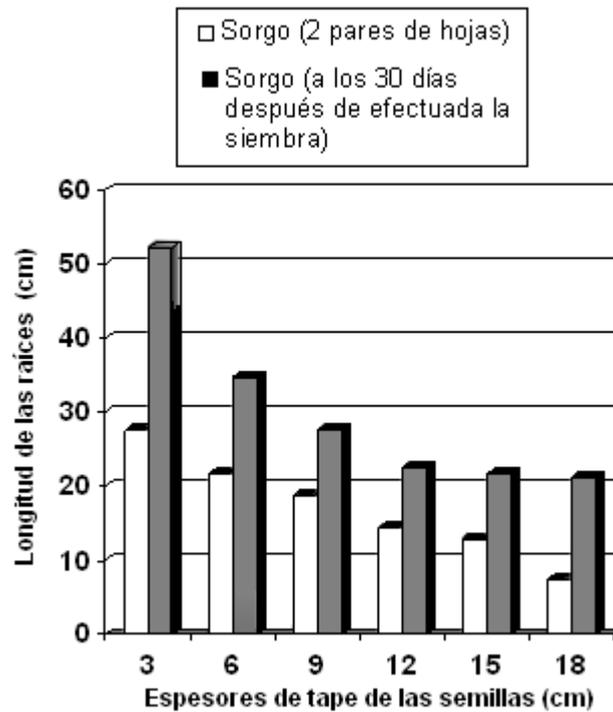


Figura 2. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre la longitud de las raíces de sorgo

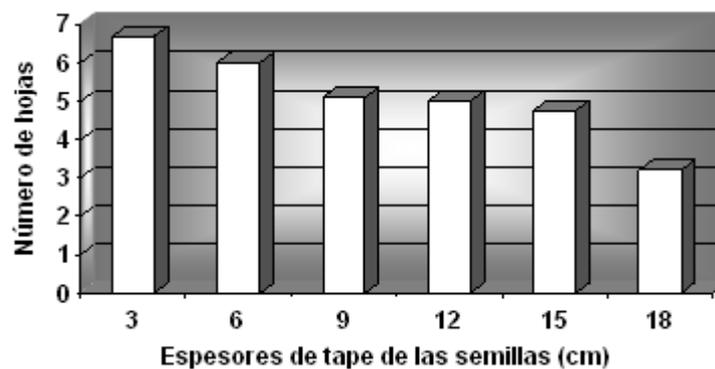


Figura 3. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre el número de hojas al finalizar el experimento

Al concluir el experimento se tenía de 7 a 15 hojas en los dos primeros tratamientos lo cual es positivo según Rana (1984) citado por Rodríguez y otros (1994).

La Figura 4 muestra que en la medida en que las semillas estaban con mayores espesores de tape se producía un mayor gasto de energía, medido en este caso por la diferencia entre el peso seco de las semillas y el de las plántulas antes de que estas

realizaran fotosíntesis, con una alta correlación de 97 %. A los 3 cm de espesor la diferencia entre el peso seco de las semillas y el peso seco de las plántulas era de apenas 0,87 g. Con 9 cm de espesor se pierden 1,05 g en el proceso de germinación y esta es la tendencia general para el resto de los tratamientos, llegando a valores de 1,26 g en el tratamiento de 18 cm de cubierta de suelo siendo este el valor más alto.

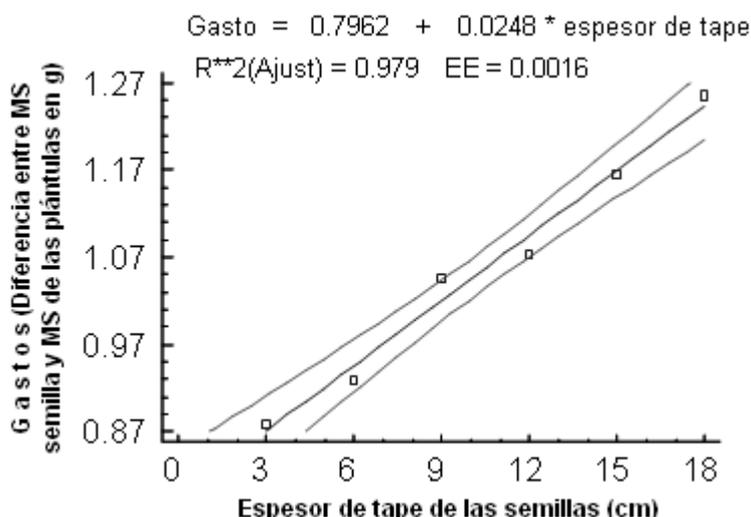


Figura 4. Gasto de Materia Seca (g) de las plantas según espesores de tape de las semillas de sorgo

CONCLUSIONES

1. Cuando las semillas están cubiertas con espesores de suelo no mayores de 6 cm se facilita el proceso de germinación, las radículas alcanzan mayor longitud y se forman más hojas.
2. En el cultivo de sorgo se produce una marcada diferenciación en el proceso germinativo y desarrollo fisiológico de las primeras fases de las plantas según varían los espesores de tape de las semillas.
3. Espesores de tape superiores a los 9 cm en sorgo afectan el proceso germinativo y desarrollo fisiológico de las plantas.
4. En la medida en que se incrementa el espesor del tape de las semillas en sorgo, se produce un mayor gasto energético lo que hace que las plantas estén más débiles y con menos reservas al iniciar su actividad fotosintética.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRREZÁBAL, L.; G. ORIOLI; L. HERNÁNDEZ; V. PEREYRA Y J. MIRAVÉ: *Girasol. Aspectos Fisiológicos que determinan el rendimiento*. 127 pp., Ed. Unidad Integrada Balcarce, 1996.
2. DÍAZ, DENISE: Universidad Federal de Vicosa / MG/ Brasil. Consultado el 12/10/07. Disponible en la

World Wide Web: http://www.seednews.inf.br/ espanhol/seed56/artigicapa_esp.shtml

3. HERNÁNDEZ, A.; J. PÉREZ; D. BOSCH; R. RIVERO; E. CAMACHO Y J. RUIZ: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, pp. 37-38, 1999.
4. MARTÍN, D.: El cultivo del Sorgo en Cuba, CIAP, UCLV, 1996.
5. R.A.E. Definición R.A.E. Consultado el 16/12/08. Disponible en la World Wide Web: <http://www.delariva.com/CuriosidadesGirasol.mht>, 2008.
6. RODRÍGUEZ, C.; ROSARIO PEDROSO Y F. DEL TORO: "Heterosi para el rendimiento en grano de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)," *Centro Agrícola* 21(3):23-28, 1994.
7. KAEWMEECHAI, S. AND N. POTAN: Production of synthetic sunflower varieties in Thailand. Proceeding of the 14th International sunflower Conference. Beijing/Shenyang. China (in press), 1996.
8. VÁZQUEZ EDIDITH Y S. TORRES: *Fisiología Vegetal*, 2da parte, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 2006.

Recibido: 2 /Junio /2009

Aceptado: 27 /Agosto /2009