

ARTICULOS GENERALES

Influencia del espesor del tape de las semillas sobre el proceso de germinación y desarrollo fisiológico de las plántulas de girasol (*Helianthus annuus* L.)

Influence of seed planting depth on germination and physiological development of seedlings in sunflower (*Helianthus annuus* L.)

Reinaldo Alemán Pérez¹, Mirian Daniel Rodríguez², Sinesio Torres García², Reinaldo Quiñones Ramos², Oscar Alonso Ruiz³ y Gudelia Rodríguez Valdés¹.

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

2. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

3. Sede Universitaria Santo Domingo, Villa Clara.

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 girasol (*Helianthus annuus* L.) y su influencia en el proceso germinativo y desarrollo de las primeras fases de las plántulas. Se utilizó la variedad CIAP JE-94. 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, los de menor profundidad en el tape de la semilla muestran un mayor porcentaje de germinación así como se logra un mejor desarrollo de las plántulas a diferencia de los que recibieron una mayor cubierta de suelo. Esto se debe a que las semillas para su germinación gastan menos energía (materia seca) que aquellas que fueron sembradas a mayor profundidad lo que hace que tengan más reservas para dedicar a su desarrollo.

Palabras clave: Girasol, espesor de tape, semillas.

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 sunflower (*Helianthus annuus* L.) were studied to understand the influence that planting depth has on seedling germination and the initial stages of plant emergence. The CIAP JE - 94 variety was utilized. 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 and ground surface cover. The results are due to the fact that seeds planted closest to the surface spend less energy (dry matter) than those planted at greater depths, leaving the former with greater reserves to dedicate to their development.

Key words: Sunflower, planting depth, seed.

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una especie que en los últimos años ha tomado importancia por su contenido oleaginoso, sobre todo por el alto contenido de sus aceites que es alrededor del 50 % (Merrien, 1998). Su aceite se utiliza en la cocina además de tener otros usos industriales.

En Cuba, la estrategia a seguir para satisfacer la necesidad humana de consumo de aceite vegetal se relaciona estrechamente con la expansión del cultivo del girasol. Este se ha sembrado en el país desde los años treinta con resultados por lo general satisfactorios, pero nunca logró un nivel importante de superficie sembrada, por lo que sigue siendo un

cultivo poco conocido. (Aleján, 2001)

Los cultivos de sorgo y girasol han demostrado que son muy sensibles a las diferencias en espesores de tape de las semillas, 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 de los cultivos, 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 girasol (*Helianthus annuus* L.) y su influencia en el proceso germinativo y desarrollo de las primeras fases de las plántulas. Para ello se utilizó la variedad CIAP-JE 94.

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. (Hernández y otros, 1999)

Las evaluaciones se realizaron a partir del tercer día de sembrado 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 que tenían al finalizar el proceso de germinación. Para este análisis se tomaron diez plantas por tratamiento.

Además, se determinó la materia seca de 10 semillas por cada cultivo 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 del 2000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los tratamientos 1, 2, 3 y 4 a los 5 días de sembrados no existen diferencias estadísticas entre ellos, logrando germinar más del 30 % de las semillas de girasol. El valor más elevado lo alcanzó el tratamiento número 1 con el 46 % de sus semillas germinadas mientras que en los dos últimos tratamientos solo alcanzaron germinar un 28 % (tabla 1). Cuando el tape de las semillas era de 3, 6, 9, 12 y 15 cm de suelo la germinación fue alta en los primeros diez días ya que logró alcanzar más de un 70 %. Los cuatro primeros tratamientos difieren

estadísticamente con el número 6 (18 cm de suelo) que solo superó los 60 %, el cual no difiere con el tratamiento número 5 (15 cm de suelo). A los quince días los valores más altos de porcentaje se lograron en los tratamientos 1 y 2 con valores de 98 y 96 % respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos ni con los tratamientos 3, 4, y 5 pero sí con aquel donde la cubierta de suelo sobre la semilla fue de 18 cm. Los peores porcentajes de germinación se presentaron a los 20 días en los tratamientos 6 y 5 con porcentajes de 86 y 91 % respectivamente a diferencia del resto de los tratamientos en los que en estos días ya habían germinado el 100 % de sus semillas, manteniéndose así hasta los 30 días cuando culminó el experimento.

tienen sobre sí mucho suelo demoran más en germinar dado el gasto de sus reservas y el tiempo que demoran en vencer la cubierta de suelo, sus reservas se agotan antes de llegar a la superficie y es por ello que los porcentajes de germinación son más bajos, estos resultados se corresponden con los obtenidos por Aguirrezábal y otros (1996) quienes plantean 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 expresaron 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.

Estos resultados confirman que las semillas cuando

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

Tratamientos	n	Intervalos de días a partir de la siembra					
		5 días	10 días	15 días	20 días	25 días	30 días
1(3cm de suelo)	60	0,466 a	0,800 a	0,983 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
2(6cm de suelo)	60	0,483 a	0,816 a	0,966 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
3(9cm de suelo)	60	0,383 ab	0,766 a	0,933 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
4(12cm de suelo)	60	0,350 ab	0,766 a	0,933 a	0,999 a	0,999 a	0,999 a
5(15cm de suelo)	60	0,283 bc	0,716 ab	0,900 a	0,916 ab	0,916 ab	0,916 ab
6(18cm de suelo)	60	0,183 c	0,616 b	0,750 b	0,866 b	0,866 b	0,866 b

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

En la medida que las semillas de girasol tenían más cubierta de suelo, las plantas alcanzaron mayor altura (Figura 1). El cultivo del girasol no mostró diferencia estadística entre los cinco primeros tratamientos pero sí de estos con el último el cual logró el valor más elevado de 18,52 cm de altura de las plantas.

Los dos últimos tratamientos no difieren entre ellos con valores de 16,93 y 18,52 cm de altura según aumenta el espesor de tape de las semillas. Los valores más bajos

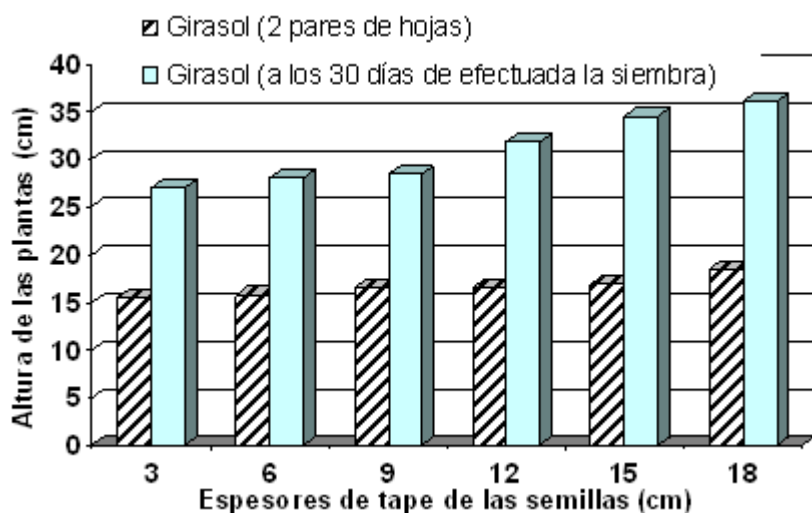


Figura 1. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre la altura de las plantas de sorgo y girasol

fueron de 15.49 y 15.75 cm en aquellos dos tratamientos que se encontraban más cercanos a la superficie del suelo.

Se comprobó que a medida que el espesor de tape era mayor la altura aumentaba. Se puede ver como ya a los 30 días se diferencian más los tratamientos entre ellos lográndose los mayores valores de 36,07 cm.

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 Díaz (2001) al plantear 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.

Estos resultados afirman que la cantidad de suelo sobre la semilla debe ser la óptima ya que trae como consecuencia cambios en la fisiología de la planta lo que afecta el desarrollo del cultivo. Hay que tener en cuenta este aspecto a la hora de sembrar ya que alturas significativas resultan inconvenientes para la mecanización de la cosecha, aunque pueden ser prometedoras para la producción de forrajes y granos. (Rana, 1984)

Efecto del espesor de tape de las semillas sobre el crecimiento de la raíz

La longitud de las raíces (Figura 2) fue mayor en el tratamiento número 1 que en el resto de los

tratamientos. El valor máximo de longitud de la raíz es de 25,58 cm en el tratamiento 1 mostrando una diferencia estadística con los tres últimos tratamientos. Los tres primeros tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos pero si con el resto de los tratamientos. El valor mínimo de longitud de la raíz fue de 7,97 cm en el tratamiento 6.

Así, llegan a alcanzar a los 30 días valores máximos de longitud de raíz de 40 cm. 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 la superficie como ocurre en las que están más cubiertas de suelo. De esta forma, estas plantas dedican más energía a desarrollar sus otros órganos los que se ven beneficiados con un mayor crecimiento. Según Agudelo y Bastidas (1993) la raíz pivotante del girasol tiene la capacidad de alcanzar grandes profundidades según la textura y estructura del suelo por lo que mientras más cercana esté a la superficie más espacio tiene para desarrollar sus raíces hacia la profundidad mientras tenga suficiente agua y nutrientes.

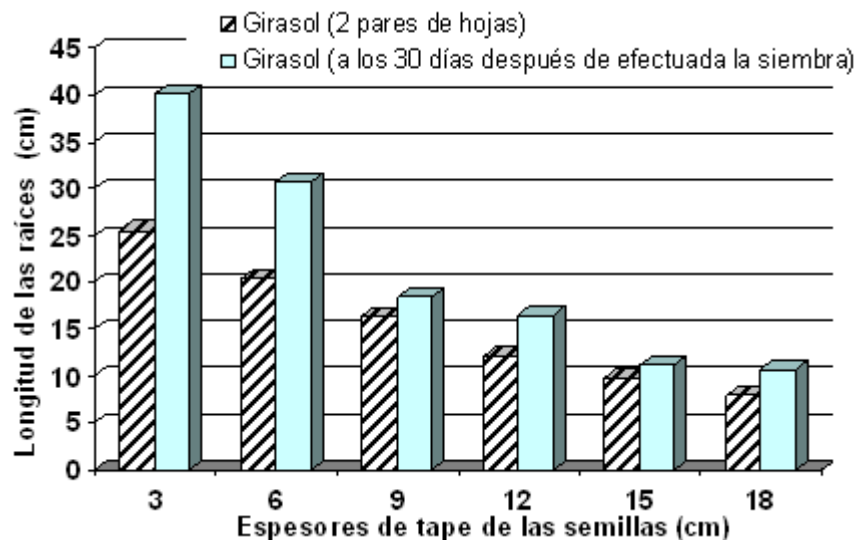


Figura 2. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre la longitud de las raíces de girasol

Se obtuvo un mayor número de hojas en aquellas plantas cuyo de tape fue de 3 cm (Figura 3). Existen diferencias estadísticas entre el tratamiento 1 y el resto de los tratamientos excepto con el tratamiento número 2 con el cual no difiere. El valor más elevado se obtuvo en el primer tratamiento con un número de 15 hojas. En los tratamientos de 12, 15 y 18 cm

de espesor no existe diferencia estadística entre ellos pero sí con el resto, no sobrepasando las 8 hojas. El valor mínimo fue de 7 hojas en aquel tratamiento donde el espesor de tape de las semillas fue mayor. En resumen, a medida que aumentaba el espesor de tape de las semillas disminuía el número de hojas. Al concluir el experimento oscilaron de 7 a 15 hojas en los dos primeros tratamientos lo cual es positivo, según Rana (1984) citado por Rodríguez y otros (1994).

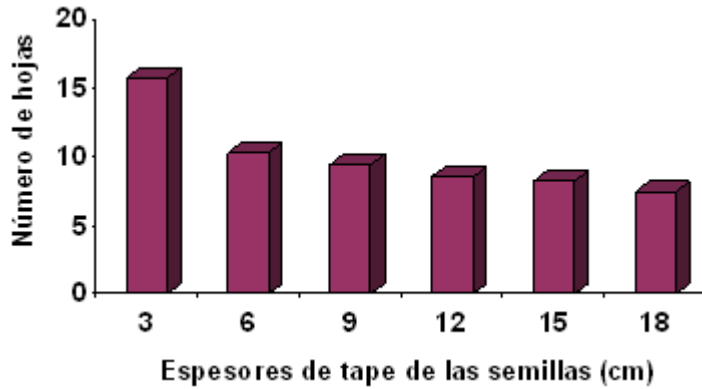


Figura 3. Efecto del espesor de tape de las semillas sobre el número de hojas al finalizar los experimentos de los cultivos de girasol

La Figura 4 muestra que en la medida en que las semillas estaban con mayores espesores de tape se produce 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 96 %.

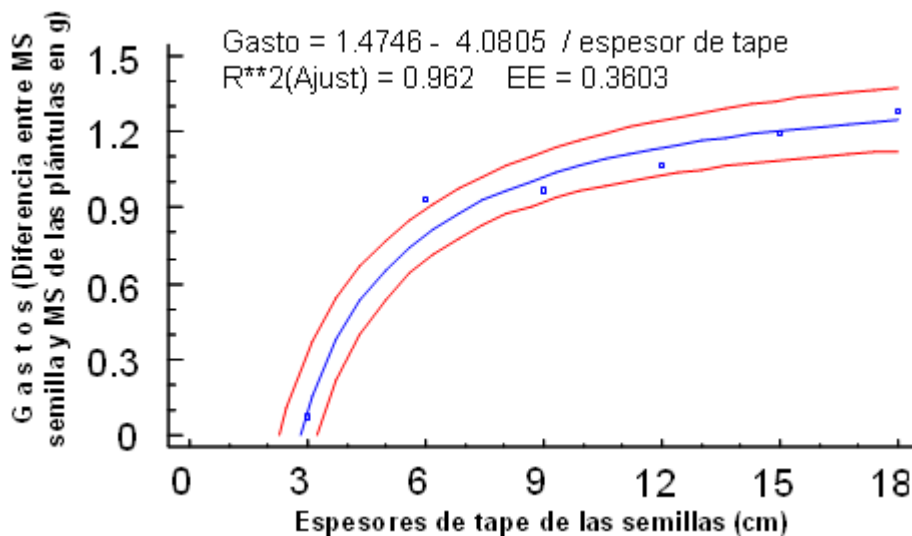


Figura 4. Gasto de Materia Seca (g) de las plantas según espesores de tape de las semillas de girasol

Se observa que van aumentando los valores de pérdida desde los tratamientos más cercanos a la superficie hasta los 18 cm de espesor de suelo. El valor máximo alcanzado fue de 1.28 g. Cuando se encontraban a 3 cm de espesor la diferencia entre las materia seca de las semillas y las plántulas era apenas de 0,079 g, sin embargo, ya con 6 cm de espesor se pierden más de 9 g de materia seca en el proceso germinativo.

Según Alemán (2000), cuando las plantas llegan con más reservas a la fase de inicio de su actividad fotosintética, hace que el crecimiento y desarrollo se efectúe de forma más rápida y en mejores condiciones fisiológicas y ello tiene repercusión en la formación de los rendimientos de los cultivos.

Los cotiledones de estas semillas generalmente almacenan las reservas que se usan durante las primeras etapas del crecimiento de las plántulas. De ahí el esfuerzo de la planta progenitora para que existan suficientes reservas que ayuden en el inicio, en lo que la planta se desarrolla lo suficiente como para competir con otras y obtener agua y sustancias nutritivas. (Leroy, 1996)

Estos resultados nos confirman que las plantas procedentes de semillas que tenían más cubierta de suelo llegan a iniciar el proceso fotosintético con menos energía y por lo tanto demoran más en desarrollar sus órganos y alcanzar cada fase fenológica.

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 en las plantas de girasol.
2. En el cultivo del girasol 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 12 cm 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 de girasol, se produce un mayor gasto energético en las mismas lo que hace que las plantas estén más débiles y con menos reservas al iniciar su actividad fotosintética.

suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, pp. 37-38, 1999.

7. Kaewmeechai, S. y N. Potan: Production of synthetic sunflower varieties in Thailand. Proceeding of the 14th International sunflower Conference. Beijing/Shenyang. China (in press), 1996.

8. Merrien, A.: "Conociendo el girasol." *Aceites y grasas*, 30(8):75-80, 1998.

9. 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.

10. Vázquez Edidth y S. Torres: *Fisiología Vegetal*, 2da parte, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 2006.

Recibido: 22/febrero/2008

Aceptado: 27/mayo/2008

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirrezábal, L.; G. Orioli; L. Hernández; V. Pereyra y J. Miravé: Girasol. Aspectos Fisiológicos que determinan el rendimiento. Ed, Unidad Integrada Balcarce, 127 pp., 1996.
2. Agudelo, O. y G. Bastidas: El cultivo del girasol. Manual de Asistencia Técnica, No. 58, marzo, pp. 36-43, 1993.
3. Alemán, R.: Diplomado de Granos. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, 2000.
4. Alemán, R.: Aspectos de la Tecnología agrícola del cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) para suelos pardos con carbonatos en condiciones de bajos insumos. Tesis para aspirar al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, 2001.
5. 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/artigicap_a_esp.shtml, 2001.
6. Hernández, A.; J. Pérez; D. Bosch; R. Rivero y otros: Nueva versión de clasificación genética de los