

EFFECTO DE DOSIS DE POLIMERO MALEICO EN LA FORMACIÓN DE COSTRA SUPERFICIAL Y NASCENCIA DE ALGODÓN

P.R.C. LOPES⁽¹⁾, J. M. GISBERT⁽²⁾, L. D. GOMEZ⁽²⁾ y L.C. PARAIBA⁽¹⁾

(1) EMBRAPA / Centro de Pesquisa Agropecuaria do Trópico Semiárido (CPATSA) 56.300-000, Petrolina (PE), Brasil.

(2) Departamento de Producción Vegetal, Unidad Docente Suelos. Universidad Politécnica de Valencia. 46.010 Valencia.

Abstract: They were proven the efficiency doses of polimaleic acid in the reduction of the superficial crust, seedlings and growth of cotton plants. They were applied the doses of two forms: a week before the planting and in the moment of the planting. For the first form of application the relative efficiency of the dose in the reduction of the superficial crust has been of the 86,8; 37,5 and 22,4%, respectively, for the doses of 15, 10 and 5 L/ha, respect to the witness. For the second form of application the reduction has been of the 45,6; 26,3 and 20,6%, respectively, respect to the witness. For the two forms of application the topmost doses presented more seedling of plants and weight of dry matter.

Key words: Polimaleic acid, doses, crust, cotton, seedling, dry matter.

Resumen: Se probaron la eficiencia de dosis de ácido polimaleico en la reducción de la costra superficial, nascencia y desarrollo de plántulas de algodón. Se aplicaron las dosis de dos formas: una semana antes de la siembra y en el momento de la siembra. Para la primera forma de aplicación la eficiencia relativa de las dosis en la reducción de la costra superficial ha sido del 86,8; 37,5 y 22,4%, respectivamente, para la dosis de 5, 10 y 15 L/ha, respecto al testigo. Para la segunda forma de aplicación la reducción ha sido del 45,6; 26,3 y 20,6%, respectivamente, respecto al testigo. Para las dos formas de aplicación las dosis más elevadas presentaron mayor nascencia de plantas y peso de materia seca.

Palabras clave: Ácido polimaleico, dosis, costra, algodón, materia seca.

INTRODUCCIÓN

La costra superficial del suelo es un problema para obtener una buena nascencia de plántulas, principalmente en suelos cuyas propiedades físicas se encuentran alteradas por el mal uso y manejo. La costra superficial está

causada por la acción del impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo o por el agua de riego, que producen la rotura de los agregados y la consecuente disgregación de las partículas. El dislocamiento de las partículas disgregadas obstruye los poros, aumentando la densidad de la superficie del suelo, formando

una capa endurecida que impide la infiltración del agua y nascencia de las plántulas (Chen *et al.*, 1980). Según McIntyre (1958), la resistencia de la costra superficial puede ser hasta más de 200 veces mayor que la de un suelo normal.

La costra está formada por una delgada capa de suelo, caracterizada por la alta densidad, poros muy pequeños con menor capacidad de infiltración y conductividad hidráulica, que un suelo no alterado. Según Bradford y Haung (1987), la costra superficial tiene un efecto predominante sobre muchos fenómenos del suelo, frecuentemente reduciendo la infiltración, aumentando las tasas de escorrentía del agua e interfiriendo en la germinación de las semillas.

El mantenimiento de las características físicas del suelo responsables de la susceptibilidad de éste al encostramiento es la alternativa más recomendable para evitar la formación de la costra. Prevenir la dispersión de las arcillas y aumentar la estabilidad de los agregados en la superficie, reduce significativamente la formación de costra (Shaimberg y Levy, 1994).

El uso de polímeros orgánicos, polisacáridos y poliácridamidas para aumentar la estabilidad de los agregados, floculación de las arcillas y reducir la formación de costra superficial ha sido investigado por varios autores (Helalia y Letey, 1988; Ben-Hur y Letey, 1989; Helalia y Letey, 1989; Shaimberg y Levy, 1994).

Estudios realizados por Ben-Hur y Letey (1989), muestran que el efecto de acondicionadores de suelos en la formación de costra depende de la concentración de la solución en el agua de riego, lo que indica que la eficiencia de éstos depende de su peso molecular, densidad, tipo de carga eléctrica y de la calidad del agua.

Según Cook y Nelson (1986), los polímeros aplicados sobre la superficie del suelo protegen los agregados cerca de las semillas, evitando el movimiento y rotura de éstos. Los agregados no estables se hacen estables después del contacto con el polímero líquido después de un determinado periodo de tiempo, razón por la cual la superficie presenta menor resistencia de la costra.

Según Wallace y Wallace (1986), para la reducción de la costra es más eficiente unir el polímero a la superficie del suelo en solución antes de la siembra que en forma de polvo o gránulos.

Cook y Nelson (1986), evaluando el efecto de la poliácridamide en la formación de costra y nascencia de plántulas, concluyen que el polímero aplicada en solución sobre la superficie es más eficiente que aplicado en polvo, disminuye la resistencia de la costra y aumenta el porcentaje de plántulas germinadas.

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de dosis y forma de aplicación de ácido polimaleico (APM), en la reducción de la costra superficial, germinación y desarrollo inicial en el cultivo de algodón.

MATERIAL Y MÉTODOS

El suelo usado en este estudio era franco en cuanto a clase textural, con un pH de 8.18, una CE de 6.6 dS/m y un SAR de 4.0, procedente de Córdoba. El suelo se recogió a una profundidad entre 0-20 cm y se secó al aire, después se colocó en macetas de 23.3 cm de diámetro por 20,4 cm de altura. Se colocó el mismo peso de suelo en todas las macetas y después se compactaron con el mismo número de golpes, para que se quedasen con la misma altura y densidad (1,31 g/cm³). La humedad del suelo correspondiente a la capacidad de campo es del 14%.

Se evaluaron dosis de 0, 5, 10 y 15 L/ha de un producto conocido comercialmente por Sper Sal (ácido polimaleico - APM), como acondicionador de suelo. El producto usado fue un polímero aniónico que presenta en su composición 33% de ácido polimaleico en solución acuosa y un peso molecular de 1.000 K daltons. El polímero fue suministrado por la FMC Spain S.A.

Las dosis del acondicionador se aplicaron en solución sobre la superficie del suelo de las macetas, mediante pulverización y en dos momentos: Una semana antes de la siembra (AS) y

en el momento de la siembra (MS). Después de una semana de la aplicación del polímero, se sembraron cinco semillas en cada maceta (AS) y se regaron con un volumen de agua suficiente para aumentar la humedad del suelo hasta alcanzar la capacidad de campo. En las macetas (MS) se realizó el mismo procedimiento de riego y siembra, para después aplicar el polímero sobre la superficie de las macetas.

El diseño experimental utilizado fue de bloques azar, con tres repeticiones por tratamiento, totalizando 24 macetas.

El agua usada en los riegos tiene una CE de 1,1 dS/m. El volumen de agua aplicado en los riegos de mantenimiento, durante el periodo de experimentación, se calculó tras el análisis de los datos de precipitación del lugar donde se recogió el suelo estudiado, en los meses de cultivo del algodón.

Cuando las semillas empezaron a germinar, se hicieron cinco mediciones por maceta de la resistencia de la costra, con un penetrómetro manual modelo IB, fabricado por la Eijkelkamp, equipado con punta cónica de 0,5 cm², la cual se clavó verticalmente en el suelo a 1,0 cm de profundidad.

Diariamente, a la misma hora, se anotaba el número de plántulas germinadas para así obtener datos de evolución de la nascencia. Después de 30 días de la siembra las plantas se recogieron de las macetas, y se secaron a 60°C. Una vez secadas se determinó el peso de materia seca de las plantas en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de las dosis del polímero aplicadas antes de la siembra (AS), respecto al número de plántulas nacidas, resistencia de la costra y peso de materia seca, se presentan en la Tabla 1. El número de plántulas nacidas aumentó significativamente con las dosis más elevadas, en comparación con el testigo. La dosis de 15 L/ha se presentó como la más eficiente, alcanzando el 100% de nascencia de plántulas al 6° día,

seguida de la dosis de 10 L/ha que alcanzó esta cifra al 9° día, y éstas de la dosis de 5 L/ha, donde el 100% de nascencia ocurrió al 13° día. En la dosis testigo solamente se observó una nascencia del 80% en el 14° día.

En el mismo orden, las dosis más elevadas también presentaron menor resistencia de la costra. Para las dosis de 15, 10, 5 y 0 L/ha la resistencia de la costra ha sido de 26,92; 22,00; 19,58 y 14,42 N/cm², respectivamente, lo que representa una reducción del 86,8; 37,5 y 22,4 %, respectivamente, respecto al testigo. Los valores medios observados de resistencia de la costra, presentaron diferencia significativa entre todas las dosis evaluadas por el Test de Duncan Multiple Range al nivel del 5%.

El peso de materia seca de las plantas a los 30 días de la siembra también aumentó con las dosis del polímero. El peso de materia seca de las plantas ha aumentado en 3,1 y 2,7 veces para las dosis de 15 y 10, respecto al testigo. Para la dosis de 5 L/ha el aumento ha sido del 70 %. Los valores medios observados del peso de materia seca difieren estadísticamente entre todas las dosis por el Test de Duncan al nivel del 5%. Debido a la menor resistencia de la costra, la nascencia de plántulas fue más rápida en las dosis más elevadas y las plántulas presentaron mayor vigor y desarrollo inicial, conducente a una mayor producción de materia seca.

En la Tabla 2 se presentan los datos de nascencia de plántulas, resistencia de la costra y peso de materia seca, referentes a la aplicación del polímero en el momento de la siembra (MS). Las mayores dosis presentaron mayor tasa de nascencia de plántulas, se comprobó que la dosis de 15 y 10 L/h sólo presentaban diferencia estadística en la nascencia al 6° día, manteniéndose igual a partir de ahí. La dosis de 5 L/ha se diferencia estadísticamente de las dos dosis más elevadas, igualándose a éstas en el 13° día.

Las menores resistencias de la costra se observaron en las dosis más elevadas, donde la dosis de 15 L/ha ha sido la más eficiente en la reducción de la costra, seguida de la dosis de 10 y 5 L/ha que presentaron efectos semejantes. El

Tabla 1. Número de plantas nacidas, resistencia de la costra y peso de materia seca, respecto las dosis de polímero aplicadas antes de la siembra (AS).

Dosis aplicadas (L./ha)	Número de plantas nacidas, en días después de la siembra														Resistencia (N/cm ²)	Materia seca (g)	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14			
0 (Testigo)	0a	1a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	3a	3a	3a	4a	4a	26,92a	0,40a
5	1a	2b	3b	3ab	3a	3b	4b	4b	4b	4b	4b	5b	5b	5b	5b	22,00b	0,68b
10	2b	3b	3b	4bc	4b	5c	5c	5c	5c	5c	5c	5c	5b	5b	5b	19,58c	1,1c
15	3b	5c	5c	5c	5b	5c	5c	5c	5c	5c	5c	5c	5b	5b	5b	14,42d	1,24d

Las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente, por el test de Duncan Múltiple Range al nivel de 5%.

Tabla 2. Número de plantas nacidas, resistencia de la costra y peso de materia seca, respecto las dosis de polímero aplicadas después de la siembra (MS).

Dosis aplicadas (L./ha)	Número de plantas nacidas, en días después de la siembra														Resistencia (N/cm ²)	Materia seca (g)	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14			
0 (Testigo)	0a	1a	1a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	3a	3a	3a	3a	4a	4a	29,24a	0,33a
5	0a	2ab	3b	3ab	3a	3a	3a	3a	3a	4b	4b	4b	4b	5b	5b	24,25b	0,42a
10	0a	3bc	3b	3bc	4b	4b	4b	5b	5c	5c	5c	5b	5b	5b	5b	23,08b	0,71b
15	0a	4c	4c	4c	5b	5b	5b	5b	5c	5c	5c	5b	5b	5b	5b	20,08c	0,86c

Las medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente, por el test de Duncan Multiple Range al nivel de 5%.

testigo presentó la mayor resistencia de la costra. Para las dosis de 15, 10, 5 y 0 L/ha la resistencia de la costra ha sido de 29,24; 24,25; 23,08 y 20,08 N/cm², respectivamente, representando una reducción respecto al testigo del 45,6; 26,3 y 20,6 %, respectivamente. Del estudio estadístico mediante el Test de Duncan Multiple Range al nivel del 5%, la dosis de 15 L/ha presentó diferencia significativa respecto a las dosis de 10, 5 y 0 L/ha, mientras que las dosis de 10 y 5 L/ha no se diferencian entre sí. La dosis de 5 L/ha difiere del testigo.

Las dosis más elevadas de polímero presentaron mayores pesos de materia seca a los 30 días de la siembra. Para la dosis de 15 y 10 L/ha el peso de materia seca ha aumentado en 2,6 y 2,2 veces, respecto al testigo. Para la dosis de 5 L/ha el aumento ha sido del 27,3 %. Los valores medios observados del peso de materia seca para la dosis de 15 L/ha difiere significativamente de las dosis de 10, 5 y 0 L/ha, pero la dosis de 5 L/ha no difiere del testigo, por el Test de Duncan al nivel del 5%.

La aplicación del polímero en solución sobre la superficie del suelo protege los agregados dando mayor estabilidad y éstos no se rompen por debajo de la superficie mojada, resultando una menor resistencia de la costra, lo que permite una mejor nascencia de las plántulas (Cook and Nelson, 1986; Le Souder *et al* 1991). Cuanto mayores son las dosis de polímero aplicado en superficie, mayor es la estabilidad a los agregados, lo que reduce la resistencia de la costra (Cook and Nelson, 1986).

Los resultados obtenidos en este estudio confirman los de Wallace and Wallace (1986), Cook and Nelson (1986), Helalia and Letey (1989) y Shaimberg *et al.* (1994), que reportan sobre la eficiencia de los polímeros en la reducción de la costra superficial y aumento de la nascencia de plantas.

En las dos formas de aplicación las dosis más altas presentaron mayor efecto en la reducción de la costra, nascencia de plántulas y peso de materia seca. Comparando las Tablas 1 y 2, se observa que en los tratamientos (AS) la

nascencia de plántulas ha sido más rápida que en los tratamientos (MS). En las dos formas de aplicación del polímero las plántulas empezaron a germinar primero en las dosis más altas. Las dosis testigo tuvieron el mismo comportamiento en las dos formas de aplicación, presentando menor índice de nascencia de plántulas debido a que la costra formada presentaba mayor resistencia y la consiguiente inhibición de la germinación. En las dosis de 15 L/ha (AS) el 100% de las plántulas germinaron al sexto día, mientras que en (MS) se llegó a esta cifra a los 9 días de la siembra, lo que ha reflejado en el desarrollo de las plantas y producción de materia seca.

Comparando las dos tablas se observa que las producciones de materia seca fueron mayores en (AS) que en (MS). De la misma forma que los datos de evolución de la nascencia de plántulas, las dosis más altas de polímero presentaron las mayores producciones de materia seca en las dos formas de aplicación. En las dosis de 15 L/ha las plantas presentaron mayor vigor y peso de materia seca, seguidas de las dosis de 10 L/ha y éstas de las dosis de 5 L/ha. Las dosis testigo presentaron menor producción de materia seca, respecto a las macetas tratadas con polímero.

La nascencia de las plantas en el testigo fue severamente inhibida por la mayor resistencia de la costra formada y las plantas presentaban menos vigor después de la nascencia. En los tratamientos con la aplicación del polímero, debido a la menor resistencia de la costra las plantas crecieron mejor y se presentaban más vigorosas, con un mayor peso de materia seca final. Tras un reconocimiento visual se observó que las dosis más altas del polímero presentaban un mayor vigor.

CONCLUSIONES

La aplicación del ácido polimaleico sobre la superficie del suelo reduce la resistencia de la costra superficial, aumentando la tasa de nascencia y desarrollo de plántulas de algodón.

La aplicación del polímero maleico en solución sobre la superficie del suelo una semana antes de la siembra ha sido más eficiente en la reducción de la resistencia de la costra, aumentando la nascencia y desarrollo de las plántulas, que aplicado en el momento de la siembra.

Las dosis más elevadas se presentaron como las más eficientes en la reducción de la costra, aumento de la nascencia de plántulas y producción de materia seca, en las dos formas de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- BEN-HUR, M. ; LETEY, J. (1989). Effect of polysaccharides, clay dispersion, and impact energy on water infiltration. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53, 233 - 238.
- BRADFORD, J.M.; HAUNG, C. (1992). Mechanisms of crust formation: Physical components. In *Soil Crusting Chemical and physical processes*. M. E. Sumner and B.A. Stewart (eds). Lewis Publishers, New York, pp. 55 - 72.
- COOK, D.F.; NELSON, S.D. (1986). Effect of polyacrylamide on seedling emergence in crust-forming soils. *Soil Science* 141, 328 - 333.
- CHEN, Y. ; TARCHITZKY, J. ; BROWER, J. ; MORIN, J.; BANIN, A. (1980). Scanning electron microscope observations of soil crust and their formation. *Soil Science* 130: 49 - 55.
- HELALIA, A. M.; LETEY, J. (1988). Polymer type and water quality effects on soil dispersion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 243 - 246.
- HELALIA, A.M. AND LETEY, J. (1989). Effects of different polymers on seedling emergence, aggregate stability, and crust hardness. *Soil Science*, 148, 189 - 203.
- LE SOUDER, C. ; LE BISSONNAIS, Y.; ROBERT, M. (1991). Influence of a mineral conditioner on the mechanisms of disaggregation and sealing of a soil surface. *Soil Science* 152, 395 - 402.
- MCINTYRE, D. S. (1958). Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact. *Soil Science* 85, 261 - 266.
- SHAINBERG, I.; LEVY, G.J. (1994). Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. *Soil Science* 158, 267 - 273.
- WALLACE, A.; WALLACE, G.A. (1986). Effects of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton and lettuce seedlings. *Soil Science* 141, 313 - 316.