



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

POLIACRIDAMIDAS Y SU EFECTO SOBRE PROPIEDADES FÍSICAS Y RENDIMIENTO EN SUELOS ARENOSOS SEMBRADOS CON AVENA

VICTOR MERANI^{1,*}; LUCIANO LARRIEU¹; FRANCO LAMAS¹; LEANDRO NUGHES¹; LUCIANO JUAN¹; DANIEL BENNARDI¹; JULIAN MAINERO^{1,2} & GUILLERMO MILLÁN¹.

¹Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U.N.L.P. ²Becario BENTRE de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Bs.As. * Calle 60 y 119, La Plata (1900), Pcia. de Bs. As.

*victormerani@gmail.com.

Palabras Clave: hidrogel, estabilidad, agua útil

Resumen

La poliacrilamida (PAM) tiene la capacidad para absorber agua, retenerla y dejarla disponible para las plantas. Se evaluaron los efectos en la estabilidad estructural (EE), en la Capacidad de Campo (CC), Punto de marchitez permanente (PMP) y Agua útil (AU) de un suelo arenoso con agregado de diferentes dosis de PAM sólida (S) y líquida (L). Además se midió materia seca (MS) en Avena sativa L., y el tiempo hasta la mortandad luego del último riego. En los valores de MS, para PAM L, sólo hubo diferencias del 0,02% de menor rendimiento respecto al testigo. Todos los tratamientos con PAM S tuvieron un rendimiento igual o mayor al testigo. En la medición de días a PMP desde el último riego realizado, se pudo observar que la aplicación de PAM L solo presentó un mayor número de días de supervivencia que en los testigos, para las dosis que 0,05% y 1,6%, en el tratamiento con PAM S todas las dosis presentaron diferencias significativas siendo las más bajas 0,1% y 0,2% menor que el testigo y las restantes 0,4% 0,8% y 1,6% mayor, cabe destacar que estas últimas dos dosis presentaron valores superiores a los obtenidos en todos los tratamientos con PAM L. Sólo existieron diferencias en CC y AU con las dosis más altas de PAM S. Los valores de EE aumentaron en la mayoría de las dosis para S y L siendo la L mejor. La utilización de PAM L no incrementa los rendimientos de Avena, resultando en algunos casos perjudicial. Además, los tiempos de supervivencia de las plantas no se ven afectados positivamente con su aplicación. Por otra parte, la PAM S aumenta tanto MS como el tiempo a PMP en dosis de 0.4% o mayores. El agregado de PAM mejora la EE de los suelos tanto en ambas presentaciones.

Introducción

El territorio argentino tiene alrededor de 65% de clima árido o semiárido y además cuenta con unas 4.000 ha bajo cubierta. (Stavisky, 2010). Es por ello que para poder cumplir las exigencias hídricas de los cultivos, en muchas ocasiones, se ha recurrido al



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

riego complementario. El uso de agua subterránea como principal recurso hídrico para suplementar las necesidades de los cultivos tiene algunas desventajas. Una de ellas se deriva de su mala calidad, esta problemática se manifiesta con mayor énfasis en cultivos bajo cubierta. En estos sistemas de producción la utilización de agua de pozo comúnmente salino-sódica tiende a degradar el suelo por aumento de la conductividad eléctrica y el pH. La evaporación directa del agua del suelo hacia la atmósfera, sumado a la evapotranspiración de los cultivos provoca la precipitación continua de los iones presentes en el agua. La tasa de acumulación de sales provenientes de los sucesivos riegos en los invernáculos, toma mayor dimensión al no poseer estos suelos el lavado natural proveniente de las precipitaciones que sí tienen los sistemas extensivos.

Otra problemática que tienen algunos sistemas de riego es la baja eficiencia en el uso de agua. Si bien el riego por goteo ha permitido reducir los volúmenes de agua utilizados en los cultivos bajo cubierta, la conducción mediante canales, acequias y surcos de los sistemas extensivos se caracteriza por una baja eficiencia de utilización de agua que varía según el tipo de suelo, con valores que van desde 45% para suelos livianos, 60% pesados y 65% para texturas medias (Petillo, 2008). Otros sistemas, como los de aspersión tienen eficiencias de 60% según tipo de clima. Las pérdidas más comunes de agua en estos sistemas son la infiltración, escurrimiento y evaporación directa a la atmósfera (Petillo, 2008).

El agua como recurso indispensable para el crecimiento de las plantas está siendo cada vez más limitante en cantidad y calidad. Por lo tanto, el mejor aprovechamiento del agua de riego así como la proveniente de las precipitaciones permitirá cuidar la sustentabilidad del recurso y también minimizar los efectos de salinización y alcalinización.

Una de las metodologías que se está implementando para mejorar la eficiencia de los sistemas de riego es el uso de hidrogeles o poliacrilamidas (PAM).

La Poliacrilamida (PAM) es una sustancia constituida por la unión de monómeros de acrilamida. El polímero resultante es un gel transparente, químicamente inerte y estable (Food standards agency, 2002). La poliacrilamida tiene una gran capacidad para absorber agua, retenerla y dejarla disponible para las plantas (Akhter, 2004). Esta característica ha favorecido su aplicación en la producción hortícola y crianza de plantines. La incorporación de este hidrogel a suelos de baja retención hídrica incrementa la retención de agua en el punto de capacidad de campo y disminuye las pérdidas por infiltración (Johnson, 1984), también retrasa la desecación del suelo por evapotranspiración directa de la atmósfera y, por lo tanto, reduce los requerimientos de riego de las plantas (Taylor y Halfacre, 1986).



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos generados en la estabilidad estructural y en variables hídricas como la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua útil de un suelo arenoso por el agregado de diferentes dosis de poliacrilamida en estado sólido y líquido. Además se midió la producción de materia seca en plantas de *Avena sativa L.* y se determinó el número de días transcurridos hasta alcanzar la mortandad de las plantas luego de efectuar el último riego.

Materiales y Métodos

Se realizó un ensayo en macetas con tres repeticiones por tratamiento. Se utilizó un solo suelo de textura arenosa proveniente del paraje “El Durazno” La Pampa. Al mismo se le agregaron diferentes dosis de poliacrilamida en estado sólido y líquido. A su vez, se utilizaron tratamientos vegetados y no vegetados.

El esquema de tratamientos queda planteado en la Tabla 1.

Tabla 1: Tratamientos realizados con sus correspondientes dosis, “x” corresponde a realizado, “-” corresponde a no realizado.

		Dosis (%)							
Estado		0,02	0,05	0,08	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
Líquido	Vegetado	x	x	x	x	x	x	x	x
	No Vegetado	x	x	x	x	x	x	x	x
Sólido	Vegetado	-	-	-	x	x	x	x	x
	No Vegetado	-	-	-	x	x	x	x	x

Para las dosis más bajas sólo se realizaron tratamientos para el producto en estado líquido, debido a que en trabajos anteriores se ha observado que la PAM líquida produce un efecto mayor en retención de agua que sólo pudo ser medido por debajo de 0,1 y 0,2%. Esta respuesta sugiere la realización de pruebas con dosis menores a las utilizadas en dichos trabajos, para definir el rango donde se producen los efectos deseados (Iruetia *et al.*, 2012).

El ensayo se inició con el llenado de macetas (04/03/15) y agregado de la PAM en sus respectivas dosis y en sus dos estados (sólido y líquido). Se sembró *Avena sativa L.* (21/03/15) y se raleó para dejar 10 plantas por maceta. Los riegos fueron semanales antes de notar estado de sequedad en el suelo. El primer corte se efectuó el 2 de junio 2015, posteriormente se fertilizaron todas las macetas con nitrato de amonio en una dosis equivalente a 100 Kg ha⁻¹. El segundo corte se realizó el 18 de septiembre 2015. El ensayo continuó creciendo. Se cortó el riego el 27 de Julio 2015; a partir de este punto se comenzó a medir los días transcurridos hasta la muerte total de las plantas (PMP). Luego se procedió con el trabajo en laboratorio.

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Tabla 2: Parámetros medidos

Determinaciones en planta	Materia seca: Secado en estufa a 60°C hasta peso constante
	Días a PMP: Promedio de días hasta mortandad de las plantas
	Capacidad de campo: Agua retenida a 0,3 atmósferas
Determinaciones en suelo	Punto de marchites permanente: Agua retenida a 15 atmósferas
	Agua útil: Diferencia entre capacidad de campo y punto de marchites permanente
	Estabilidad estructural: método de Le Bissonnais (1996) y Le Bissonnais <i>et al.</i> (1997)

Resultados y Discusión

Mediciones en vegetal

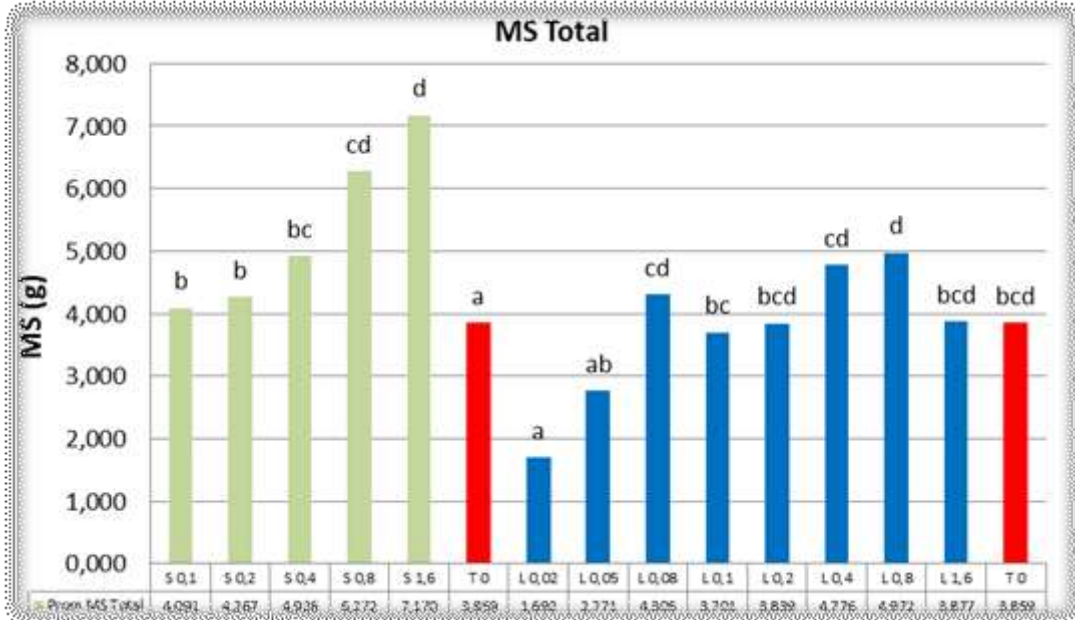


Figura 1: Producción de Materia seca total promedio de las tres repeticiones de cada tratamiento obtenido en estufa a 60°C. En color rojo se remarca el testigo, en azul y verde la poliacrilamida en estado líquido y sólido respectivamente.

En la Figura 1 podemos observar cómo, en general, las dosis de poliacrilamida en estado líquido (L) presentan una producción de materia seca menor que las dosis del estado sólido (S) de la PAM. En el caso del producto líquido, no se observan diferencias

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

estadísticas significativas, a excepción del tratamiento 0,02% que rindió menos que el testigo. Independientemente de las diferencias estadísticas, se puede observar que al aumentar la dosis existe una tendencia a incrementar el rendimiento de MS, pero por encima de 0,8% se produce una caída en el mismo. Esto, probablemente, esté asociado a una mayor dificultad por parte de la planta, a extraer el agua retenida en el suelo. Como se puede ver en la Figura 5 el agua útil (AU), en esas dosis, es mucho más baja que los testigos.

En los tratamientos con el producto en estado sólido se observó que todas las dosis tuvieron un rendimiento igual o mayor al testigo. Se encuentran diferencias significativas de todas las dosis en relación al testigo y 1,6% y 0,8% presentaron diferencias en relación a las dosis más bajas 0,1% y 0,2%. En la Figura 5 se observa que esas dosis son las que presentan mayor porcentaje de AU, además en estos tratamientos se destacan los valores alcanzados por las concentraciones más altas, superando el rendimiento del testigo en un 86% en la aplicación de 1,6% de PAM sólida y en un 29% para igual dosis de PAM líquida. Esto denota una diferencia importante entre igual dosis del hidrogel en estado líquido y sólido.

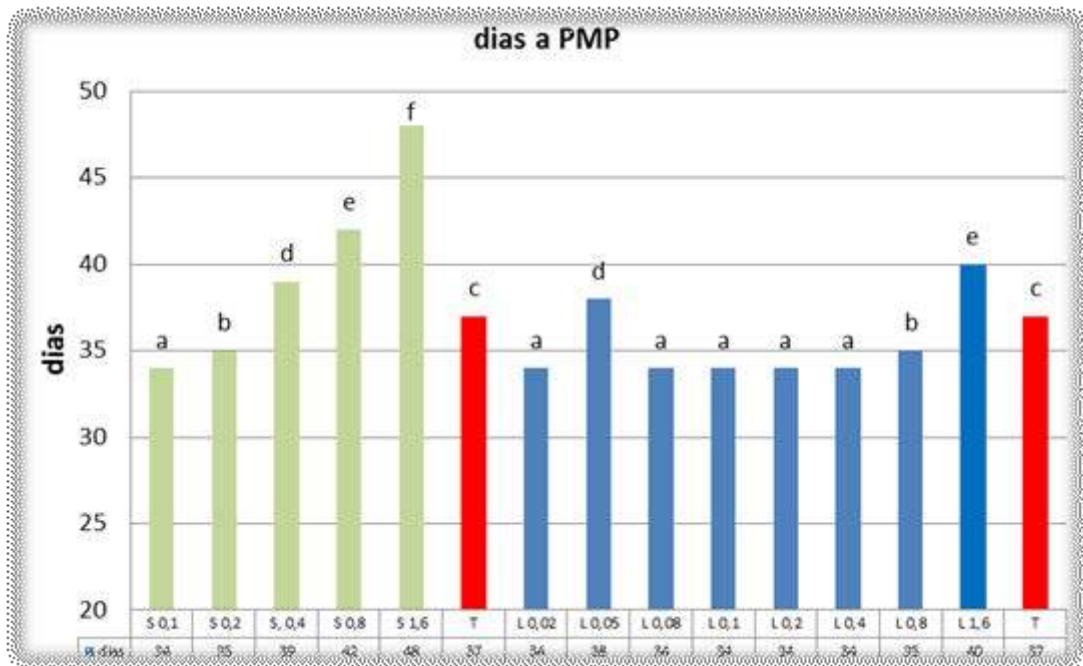


Figura 2: promedio de los días desde el último riego al punto de marchitez permanente de las plantas. En color rojo se remarca el testigo, en azul y verde la poliacrilamida en estado líquido y sólido respectivamente.

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

En la Figura 2 se observa que en general los tratamientos de poliacrilamida en estado líquido tuvieron menor cantidad de días de supervivencia que el testigo, con excepción de las dosis 0,05% L y 1,6% L.

Respecto de los tratamientos del PAM en estado sólido se destacan las dosis de 0,8% y 1,6% que presentaron una cantidad de días significativamente mayor al testigo y a la mayoría de las dosis del producto en su versión líquida. La dosis 0,4% también presentó un período de resistencia más largo a la sequía que el testigo, denotando que la dosis a aplicar debería ser superior a ésta, ya que por debajo de la misma los días de resistencia fueron menores al testigo.

Un punto interesante en relación a las dos determinaciones anteriores es que los riegos durante el ensayo se realizaron antes de notar estado de sequía en el suelo. Por lo cual se puede deducir en función del comportamiento encontrado, que las diferencias en materia seca entre el producto sólido, líquido y el testigo podrían ser mayores frente a estrés hídricos más marcados.

Mediciones en suelo

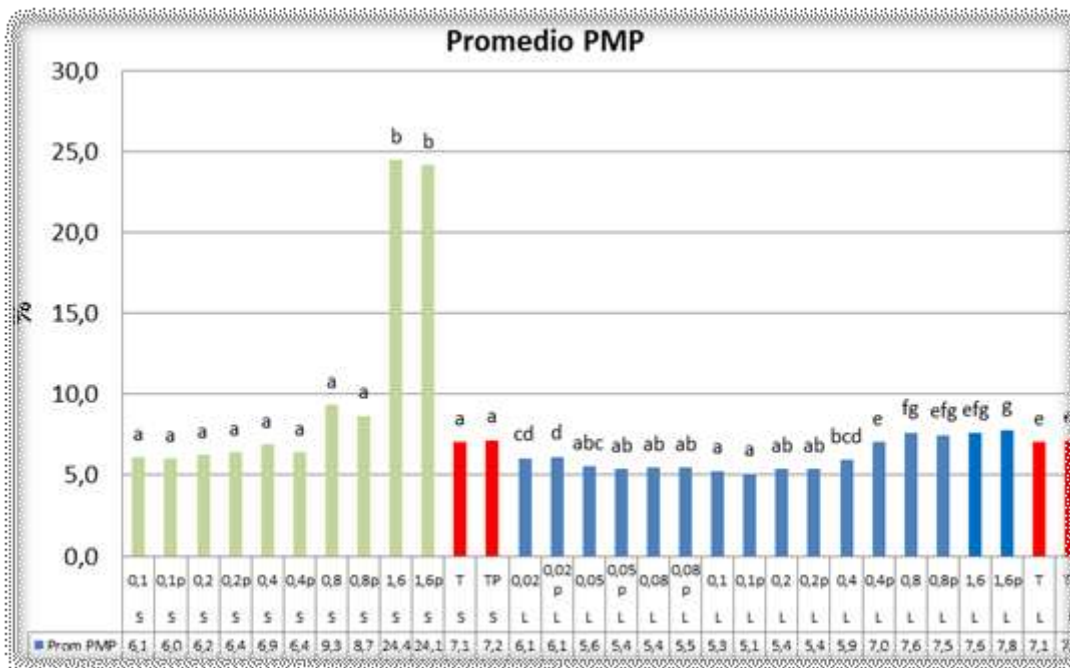


Figura 3: Punto de marchitez permanente expresado en porcentaje de peso seco del suelo determinado mediante Olla de Richard a 15 atmósferas de presión. En color rojo se remarca el testigo, en azul y verde la poliacrilamida en estado líquido y sólido respectivamente.

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

En la Figura 3 no se encuentran diferencias significativas con el testigo para los tratamientos con PAM sólida, con excepción de los tratamientos 1,6 % y 1,6%P (con planta), que alcanzaron valores cercanos al 25% de retención de humedad.

Los tratamientos con PAM líquida no presentan valores tan altos de retención a las presiones en que se mide PMP. Si bien existen diferencias significativas con los testigos, éstas son variables, pero la tendencia sería a encontrar valores de retención menor al testigo en dosis menores a 0,4% y mayores o iguales en las dosis mayores a este valor.

Para este parámetro valores de retención muy elevados, de no ser acompañados por valores de capacidad de campo (CC) también elevados, serían contraproducentes para poseer una adecuada cantidad de agua disponible para el crecimiento de las plantas.

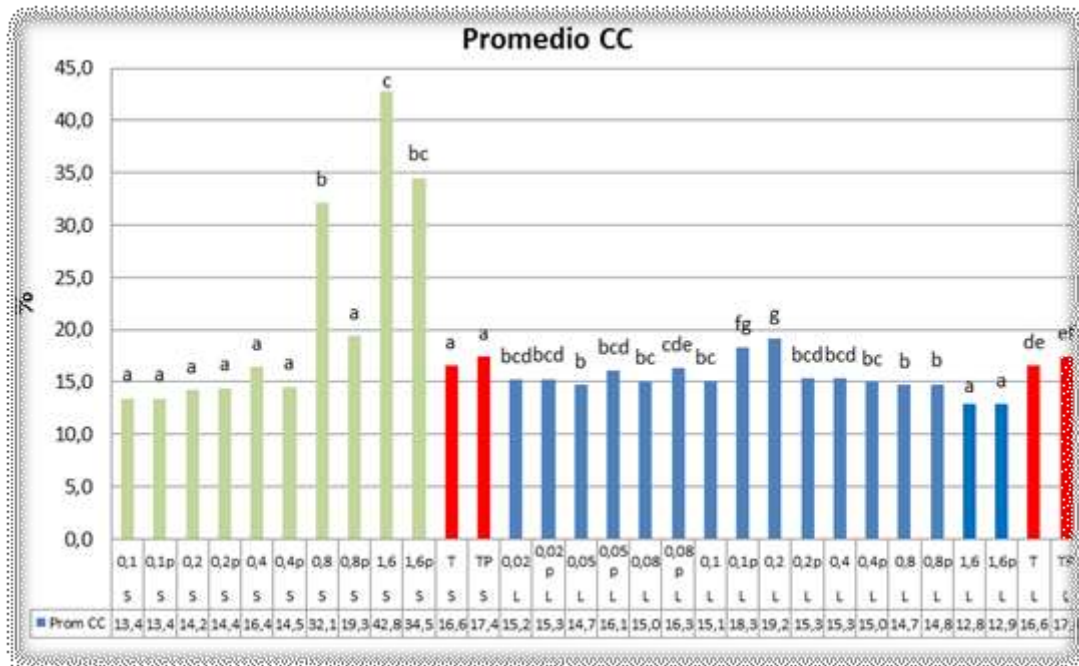


Figura 4: Capacidad de campo expresado en porcentaje de peso seco del suelo. Determinado mediante Olla de Richard a 0,3 atmósferas de presión. En color rojo se remarca el testigo, en azul y verde la poliacrilamida en estado líquido y sólido respectivamente.

En general para las diferentes dosis de los tratamientos líquidos y sólidos no se observan diferencias importantes respecto de los testigos. Para el caso de las mayores dosis de PAM sólido (1,6% y 0,8%) se midió un incremento significativo del valor de CC, encontrándose diferencias para una misma dosis respecto de los tratamientos vegetados y no vegetados sobre todo en la dosis de 0,8%. En el caso de los tratamientos con PAM líquida podemos observar que la dosis de 1,6% con planta y sin planta presenta valores menores a los del testigo; el resto de los tratamientos no

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

presenta diferencias estadísticas importantes a excepción del tratamiento 0,2% sin plantas que posee un valor superior a la media. Estos datos se vuelven importantes al relacionarse con los datos de PMP, ya que los valores de AU se asocian directamente con estos dos parámetros.

Como se observa en la Figura 5, para PAM líquida, los tratamientos menores a 0,4% no presentan diferencias significativas con el testigo, a excepción de las dosis 0,2% sin planta y 0,1%P, los que se hallan con un contenido de agua superior al testigo. Las dosis 0,8% y 1,6% con plantas y sin plantas, presentan valores menores a los testigos, llegando en la dosis de 1,6% a casi un 50% menor que el testigo. Esto demostraría la dificultad a extraer agua por la planta y explicaría la caída en los rendimientos de MS expresados en el Figura 1 para el tratamiento 1,6%.

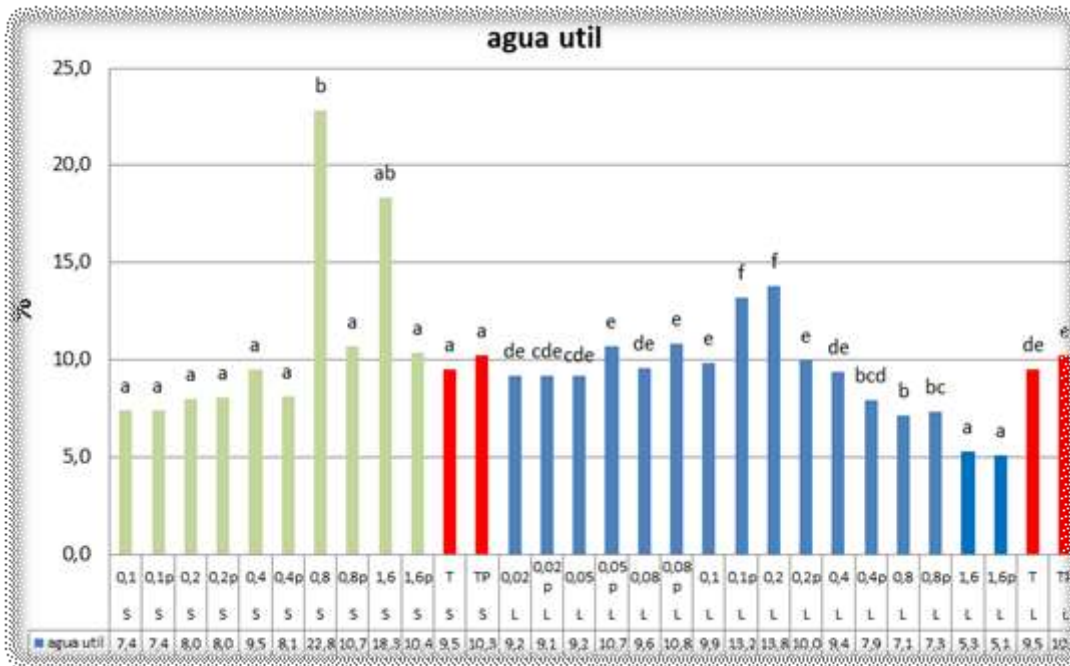


Figura 5: Representación gráfica del cálculo de agua útil expresado en porcentaje de peso seco obtenido por diferencia del agua retenida entre capacidad de campo y punto de marchites permanente. En color rojo se remarca el testigo, en azul y verde la poliacrilamida en estado líquido y sólido respectivamente.

Para el tratamiento con PAM sólida, en la Figura 5 se observan aumentos para las dosis de 0,8% y 1,6% del producto sólido en los casos sin planta que tuvieron diferencias significativas respecto del testigo. En cambio para esas mismas dosis no se encontró diferencias significativas en los tratamientos vegetados. El resto de los tratamientos no presenta diferencias estadísticas, pero el porcentaje de AU posee una tendencia a aumentar acompañando las dosis aplicadas.

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Los datos de AU, explican en parte los resultados de MS y los días de sobrevivencia posterior al fin del riego no se relacionan totalmente con los contenidos medidos. Es posible que existan cantidades de agua retenidas en valores menores a las 0,3 atmósferas que son consideradas como agua gravitacional. Con la incorporación de PAM se lograría un aumento en la retención de agua a estas presiones de vacío, tal como menciona Del Campo Garcia *et al.* (2008). Por otro lado, en contraposición a lo que señalan Irurtia *et al.* (2012), no se hallaron diferencias significativas en las dosis menores a 0,1% de PAM líquida.

También se realizó el ensayo de estabilidad estructural a fin de verificar lo que Irurtia *et al.* (2012) estiman, partiendo de la base que la dilatación-contracción que generan las PAM mejorarían este parámetro del suelo. En concordancia con los resultados hallados por ellos, la PAM líquida no presentó capacidad de dilatación-contracción acompañando la absorción de agua, lo que sí ocurre con las PAM sólidas. Los resultados de estos análisis se observan en la Figura 6.

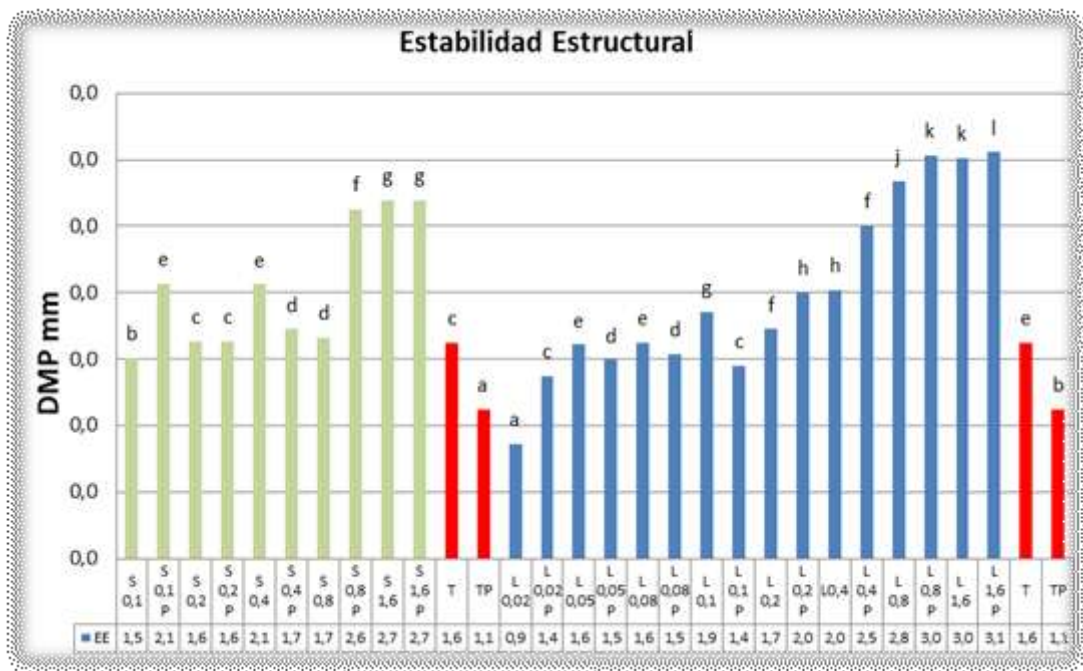


Figura 6: Cálculo de estabilidad estructural para las diferentes dosis de poliacrilamida en sus dos estados y con tratamientos vegetados y sin vegetar, DMP en mm calculado por el método de Le Bissonnais *et al.* (1997)

La Figura 6 muestra que la aplicación de PAM en sus dos estados y en la mayoría de las dosis tuvo valores de estabilidad igual o superior a los testigos, con excepción del tratamiento líquido en dosis menores a 0,2%. Asimismo, dentro de los tratamientos de



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

producto líquido, se observa que al aumentar la dosis, aumenta el valor de estabilidad obtenido.

La presencia de vegetación en los tratamientos no ha presentado los resultados esperados, siendo estos resultados variables aumentando la estabilidad en algunos casos y disminuyéndola en otros sin una tendencia marcada. Por otro lado se observa que generalmente, las PAM líquidas generan una mayor estabilidad de los agregados a igual dosis de aplicación.

Conclusiones

La utilización de la poliacrilamida sólida incorporada al suelo permite aumentar el rendimiento de MS en Avena en dosis de 0,4% o mayores.

La utilización de la poliacrilamida sólida aumenta el tiempo de supervivencia de la planta ante la falta de agua en dosis mayores a 0,4%.

La utilización de PAM líquida no incrementa los rendimientos de Avena, resultando en algunos casos perjudicial para su producción.

Los tiempos de supervivencia de las plantas no se ven afectados positivamente con la aplicación de PAM líquidas.

La aplicación de PAM mejora la estabilidad estructural de los suelos tanto en su presentación sólida como líquida a partir de dosis iguales o mayores a 0,1%, obteniendo con la presentación líquida valores más altos de estabilidad para igual dosis de PAM.

Bibliografía

Akhter, J; Mahmood, K; Malik, KA; Mardan, A; Ahmad, M& MMlqbal.2004: Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Planta SoilEnviron.* 50(10): 463-469.

Del Campo García, AD; Aguilera Segura, A; Lidón Cerezuola, A; Segura & G Orenza. 2008: Influencia del tipo y dosis de hidrogel en las propiedades hidrofísicas de tres suelos forestales de distinta textura. *Actas de la II Reunión sobre Suelos Forestales*25: 137-143

Food Standards Agency (FSA). 2002. Study of acrylamide in food: background information & research findings. *PressBriefing* 17/05/02. Disponible en http://www.foodstandards.gov.uk_último acceso 23/12/2015



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Irurtia, CB; Mon, R; Holzmann, R& TPirola.2012. Efecto de la poliacrilamida en las propiedades físicas de un suelo arenoso. XIX Congreso latinoamericano de la ciencia del suelo. Mar del Plata, Argentina.

Johnson, M.S. 1984. The effects of gel forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. J. Sci. Food Agr., 35: 1196–1200.

Le Bissonnais, Y. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodability. I. Theory and methodology. European J. Soil Sci., 47: 425-437.

Le Bissonnais, Y&D Arrouays 1997. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. Eur. J. SoilSci. 48: 39-48.

Petillo, G M. 2008. Eficiencia del riego. En: <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/EFICIENCIA.pdf>. Ultimo acceso 23/12/2015.

Stavisky, A. 2010. Infoagro. Situación actual de la plasticultura en argentina. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/plasticultura_en_argentina.htm. Ultimo acceso 23/12/2015.

Taylor KC&RG Halfacre. 1986. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. Hort. Sci., 21: 1159–1161.