

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias**COMPORTAMIENTO DE POLÍMEROS HIDROABSORBENTES EN SUELOS ARCILLOSOS DE ORDEN ULTISOL Y VERTISOL, EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y SISTEMA RADICULAR DEL CULTIVO DE FRIJOL (*Vigna unguiculata*) EN INVERNADERO** Anelis Y. Medina P.^{1*} y Alexis Samudio P.^{1*}¹Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Suelos y Aguas. Panamá *anymed0693@gmail.com,<https://orcid.org/0000-0003-4741-2806>* alexis.samudio@up.ac.pa<https://orcid.org/0000-0002-8134-968X>**RESUMEN**

El poliacrilato de potasio (hidrogel), favorece la retención de agua en el suelo; Sin embargo, el poliacrilato de sodio contenido en los pañales desechables, podría ser una alternativa innovadora en la agricultura y además disminuye estos desechos en el ambiente. El objetivo de esta investigación fue conocer el rendimiento en materia seca del cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*), al evaluar el comportamiento de ambos polímeros suministrados a dos tipos de suelos, en diferentes dosis. El suelo ultisol se recolectó en la provincia de Chiriquí, mientras que el vertisol en la provincia de Los Santos, República de Panamá. Este estudio se realizó en un invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicado en Chiriquí. Se empleó un diseño bifactorial en bloques completamente al azar. Los parámetros de análisis fueron: un factor A1 corresponde al poliacrilato de potasio (hidrogel) y el factor A2 al poliacrilato de sodio (pañales desechables), el factor B las dosificaciones las cuales son: 0 (testigo), 1, 2 y 3 gramos para el caso del poliacrilato de potasio y 0 (testigo), 0.5, 1.0 y 1.5 pañal desechable; haciendo un total de 16 tratamientos y 4 repeticiones obteniendo un total de 64 unidades experimentales, el factor C suelos arcillosos ultisol y vertisol. Se obtuvo, el mayor rendimiento de materia seca (29%) en la dosificación de 3 gramos de poliacrilato de potasio a diferencia del que contenía pañal desechable (24%), al comparar los dos tipos de suelos, se observó un mayor rendimiento del promedio de materia seca en el suelo ultisol (21.6%) en comparación al vertisol (18.9%), Al comparar los dos polímeros hidroabsorbentes, hubo mayor producción de materia seca con el poliacrilato de potasio (23.0%) en comparación al poliacrilato de sodio (17.6%); hubo mejor respuesta en la producción de materia seca al utilizar hidrogel comercial

PALABRAS CLAVES: Poliacrilato, hidrogel, ultisol, vertisol, materia seca, polímeros.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

BEHAVIOR OF HYDROABSORBENT POLYMERS IN CLAY SOILS OF ULTISOL AND VERTISOL, ORDER IN THE PRODUCTION OF DRY MATERIAL and ROOT SYSTEM FROM BEAN CROPS (*Vigna unguiculata*) IN GREENHOUSE

ABSTRACT

Potassium polyacrylate (hydrogel) it favors water retention in the soil; however, sodium polyacrylate, contained in disposable diapers, could be an alternative in the agriculture innovative and furthermore decrease that wastes in the environment. The objective of this research was to know the performance in dry matter of the bean (*Vigna unguiculata*), by evaluating the behavior of both polymers supplied to the soil, in different doses in two types of clay soils. The ultisol soil was collected in the province of Chiriquí while the vertisol was collected in the province of Los Santos, Republic of Panama. This study was carried out in a greenhouse of the Facultad de Ciencias Agropecuarias, located in Chiriquí. A bifactorial design in blocks was used completely at random. The parameters under analysis were a factor A1 corresponds to potassium polyacrylate (hydrogel) and the factor A2 to sodium polyacrylate (disposable diapers), the factor B emphasizes the doses that were used which are: 0 (control), 1, 2 and 3 grams for the case of potassium polyacrylate and 0 (control), 0.5, 1.0 and 1.5 disposable diapers; making a total of 16 treatments and 4 repetitions obtaining a total of 64 experimental units, factor C is both vertisol and ultisol clay soils. It was obtained, the highest dry matter yield (29%) in the dosage of 3 grams of potassium polyacrylate as opposed to the one containing 1.5 disposable diapers (24%), however, when comparing the two types of soils, we obtained a higher average dry matter yield in the soil ultisol (21.6%) compared to vertisol (18.9%), when comparing the two hydro absorbent polymers, we obtained higher dry matter production in the potassium polyacrylate (23.0%) in comparison to disposable diapers (17.6%), we can say that there was a better response in the production of dry matter when using commercial hydrogel since by increasing the dose

KEYWORDS: Polyacrylate, hydrogel, ultisol, vertisol, dry matter, polymers.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural esencial para la vida humana, para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Sin embargo, este recurso está disminuyendo a un ritmo alarmante, por lo que la creciente escasez de agua utilizable por las plantas es ahora uno de los principales retos para el desarrollo sostenible. (FAO, 2019).

Mediante la aplicación de polímeros hidroabsorbentes como son los reticulados de poliácridamida (poliacrilato de potasio y poliacrilato de sodio) se pueden aminorar las consecuencias que provocan la sequía. Con el uso de estos productos se logra un uso más eficiente del agua para el riego y por lo tanto ahorro de agua y de costos; ya que, se evita evaporación del agua al ambiente o su filtración a través del suelo (García, 2013).

En la agricultura los poliacrilatos utilizados comúnmente son el poliacrilato de sodio y el poliacrilato de potasio conocido como hidrogel. Mayorga *et al.* (2017), describen que el poliacrilato de sodio en la agricultura es utilizado por su capacidad para retener agua.

En este caso como práctica agrícola potencial de adaptación a la amenaza de sequía, se evaluará el uso de poliacrilatos de potasio (hidrogel comercial) y de sodio (pañales desechables), en el cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*), que es uno de los principales alimentos de la población panameña y en la actualidad está presentando limitaciones en la producción.

El frijol es extremadamente sensible al estrés hídrico y al calor presente con frecuencia en forma simultánea en las etapas fenológicas más sensibles de la planta: para la formación del rendimiento

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

en el inicio de la floración, inicio de crecimiento de las vainas y llenado de grano en las áreas de secano; este tipo de estrés disminuye el rendimiento y calidad de la producción.

Es por ello que es necesario encontrar alternativas que reduzcan el daño de los cultivos o las pérdidas de alimentos generadas por estas amenazas climáticas, en el caso de la sequía es necesario el desarrollo o la evaluación de alternativas o tecnologías que ayuden al uso óptimo y racional del agua; ya que, el efecto de esta amenaza es la reducción de la disponibilidad del agua.

Los pañales desechables contienen un polímero súper absorbente que es el poliacrilato de sodio el cual, es un retenedor de humedad, similar al poliacrilato de potasio (hidrogel) utilizado en la agricultura; el uso del gel súper absorbente obtenido de los pañales desechables no solo favorecería en reducir el consumo del agua a los cultivos, sino que también, al medio ambiente.

Armitage y Vines (1985), observaron que el hidrogel incrementaba satisfactoriamente la capacidad de retención de agua del suelo y por tanto disminuía la necesidad del riego en plantas del género *Cineraria*. Fonteno y Bilderback (1993), realizaron un estudio en el cual afirmaron que la efectividad del hidrogel se ve altamente influenciado por las restricciones físicas que presente el suelo, es decir, entre más espacio poroso tenga, más fácil es para el hidrogel expandirse o liberar el agua almacenada, en cambio se infiere que entre más arcilloso sea el suelo su desempeño no favorecerá al cultivo.

Apaseo y Pérez (1995), realizaron una investigación que evaluaba el papel que desempeñaba el pañal desechable en la retención y distribución de humedad en suelo, obteniéndose como resultado que había hasta un 70% de retención de humedad en comparación con 40% para el mismo suelo sin tratamiento.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Dorraji *et al.* (2010), concluyeron en su trabajo que al aplicar 225 kg ha⁻¹ de hidrogel en plantas de *Zea mays*, no solo se mitigaba los efectos del estrés hídrico; pero también, afectaba positivamente al incremento de biomasa y optimizaba el uso del agua en el cultivo en dos tipos de suelo diferente (franco arenoso y limoso).

Islam *et al.* (2011), también utilizaron plantas de *Zea mays* en su ensayo, encontrando que usar una concentración de 15 kg ha⁻¹ y solo la mitad de la dosis de fertilizante recomendada es capaz de mantener una producción similar a una con dosis completa, por lo que este estudio da pauta a continuar estudiando la relación entre el efecto del hidrogel y la cantidad de fertilizante en otras especies de interés agrícola.

El objetivo de esta investigación fue conocer el rendimiento en materia seca del cultivo de frijol (*Vigna unguiculata*) en invernadero, al evaluar el comportamiento de ambos polímeros suministrados al sustrato (suelo), en diferentes dosis en dos tipos de suelos arcillosos (Ultisoles y Vertisoles).

METODOLOGÍA

Ubicación del estudio, área geográfica y entorno micro climático

Se realizaron dos tomas de muestras de suelos, una en la provincia de Chiriquí (Ultisol) y en la Provincia de Los Santos (Vertisol). El suelo ultisol se obtuvo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Chiriquí, localizado en una longitud UTM (E) 484463.19 y latitud (N) 9104923.23. En lo referente al suelo vertisol, en el poblado El Bongo localizado en La Villa de Los Santos; ubicado una longitud UTM (E) 461235.94 y Latitud (N) 1117747.83.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

La investigación se realizó en casa de vegetación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Chiriquí, en el distrito de David provincia de Chiriquí, república de Panamá, donde se presenta una temperatura promedio de 27.1° C, y humedad relativa de 75.7%, con una radiación solar promedio de 185.0 w/m² (ETESA, 2018).

Diseño experimental y arreglo estadístico

Se empleó un diseño en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Los parámetros objeto de análisis son un factor A de 2 variaciones de poliacrilatos, un factor B con 4 niveles de dosificaciones y un factor C de dos tipos de suelos: ultisol y vertisol (Figura 1)

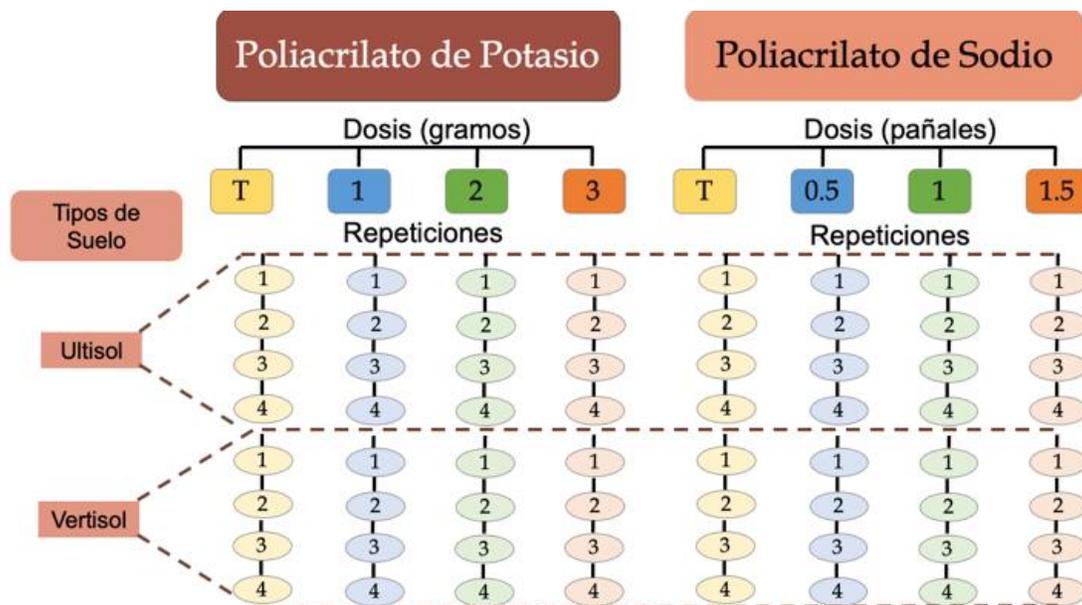


Figura 1. Esquema del diseño bifactorial entre los tratamientos, tipos de suelos y grupo control.

Revista Investigaciones Agropecuarias

Volumen 4, N°1, pp. 30-50
Diciembre 2021 - Mayo 2022

Panamá

Periodicidad. Semestral

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias



El factor A₁ corresponde al poliacrilato de potasio (hidrogel comercial) y el factor A₂ al poliacrilato de sodio (pañales desechables), el factor B hace énfasis a las dosis que se utilizarán las cuales son: 0g (testigo), 1 g, 2 g y 3 g para el caso del poliacrilato de potasio y 0 (testigo), 0.5 pañal, 1.0 pañal y 1.5 pañal para el poliacrilato de sodio; haciendo un total de 64 unidades experimentales. Las variables de respuesta fueron producción de materia seca y peso de raíces.

Se utilizaron potes de plástico, los cuales se perforaron en la parte inferior y se colocó un recipiente debajo de los potes con el fin, de facilitar el movimiento del agua y así permitir la entrada del aire y evitar presión. Se pesaron dos kilogramos de suelo. Las plantas fueron sembradas en bandejas germinadoras siendo trasplantadas a los siete días de iniciado el ensayo, colocando dos plantas por pote.

El primer riego se realizó una vez fueron trasplantadas las plántulas de frijol, luego se programó mediante un calendario los riegos de acuerdo con la cantidad de agua que requería cada tratamiento; ya que, estos variaban por la dosificación tanto de los que contenían poliacrilato y el testigo, además por el tipo de suelo. Se realizaron pruebas previas para determinar las cantidades de agua a aplicar.

Una vez se trasplantaron las plántulas en los potes, se utilizó fertilizante 20-20-20 (N - P₂O₅ - K₂O), aplicado en el agua de riego según los requerimientos del cultivo.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

RESULTADOS

Materia seca [%]

La planta de frijol produce y distribuye materia seca en diferentes partes y órganos, según la etapa de desarrollo en proceso; los órganos compiten entre sí, por nutrimentos y agua, elementos que casi siempre están en cantidades limitadas (White, 1991).

En el análisis de comparación de medias para el porcentaje de materia seca en frijol *Vigna unguiculata* (TABLA 1.) se observaron diferencias altamente significativa en la relación suelo por tratamiento y en la relación suelo por tratamiento por poliacrilato, lo cual es corroborado por (Confalone, 2008) que dice que la producción de materia seca total es un resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar y factores como disponibilidad de nutrimentos y humedad disponible durante el ciclo de crecimiento. Sin embargo, esta eficiencia puede ser influenciada por la cantidad de radiación solar, la habilidad de las hojas para fotosintetizar, la arquitectura de la planta, la respiración, entre otros, lo que se resume en factores internos de crecimiento y factores externos relacionados con el ambiente y las prácticas de manejo utilizadas durante el ciclo del cultivo.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias**Tabla 1.** Análisis de varianza de la Materia seca (MS %)

Variable dependiente: Ms		
Fuente	DF	Pr > F
Modelo	15	
Error	48	<,0001
Total correcto	63	
R- cuadrado		Coef Var
0,666531		44,71738
Fuente	DF	Pr > F
S	1	0,2341
T	3	0,0085
S*T	3	0,0002
P	1	0,0215
S*P	1	0,0022
T*P	3	0,5012
S*T*P	3	<,0001

*B, Bloques. *S, Suelos. *T, Tratamientos. * P, Poliacrilato

Efecto de poliacrilatos en la producción materia seca

En la Figura 2. correspondiente a la materia seca, se observa que la comparación entre los dos factores en el estudio no fue significativa. En lo que se refiere a los factores en forma independiente, el hidrogel comercial (poliacrilato de potasio) obtuvo mejor resultado 23% y el poliacrilato de sodio (pañales desechables) 17.6%, es decir, que existe una diferencia porcentual de 5.4%.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

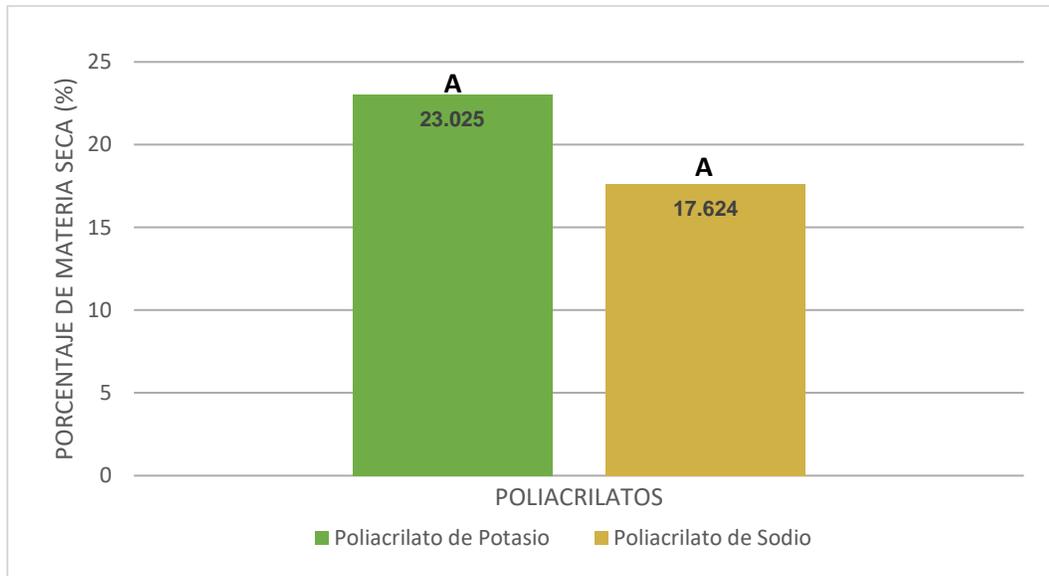
https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Figura 2. Media de los poliacrílatos (potasio y sodio) con Prueba Duncan para porcentaje de materia seca.

Zapeta (2012) en su trabajo de grado, sugiere que el poliacrílato de potasio, resulta ser el polímero más adecuado para utilizar como hidrogel en comparación con el poliacrílato de sodio, ya que se evidencian ventajas en términos de crecimiento de la planta e infiltración en el agua por sus componentes de potasio, diferentes a las sales del poliacrílato de sodio.

Respuesta de *V. unguiculata* a los tratamientos [materia seca producida].

Observamos que por la aplicación del Método de Duncan se forman cuatro grupos de tratamientos en una frecuencia de 16 repeticiones. Los promedios poblacionales de tratamientos dentro de los grupos entre ellos son diferentes. Se evidencia que no existe una diferencia significativa entre tratamientos, según lo reportado por Manikandam (2015), la materia seca obtenidas en pruebas de

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

maíz mostró resultados similares. Por otra parte, Borda (2013), determinó en su estudio que el peso seco aéreo no dependía del contenido de la cantidad de poliacrilato empleado.

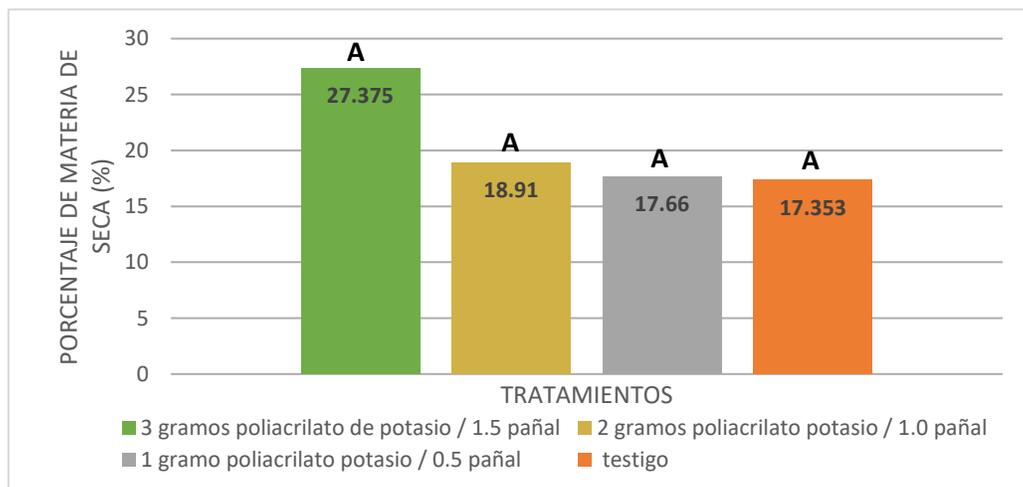


Figura 3. Media de los tratamientos (dosis) con Prueba Duncan para % de materia seca.

Efecto de los suelos sobre la producción de materia seca.

En la Figura 4, correspondiente a la materia seca no se encontró diferencia estadística significativa entre la media de los suelos, o sea que no influyó el tipo de suelo en los tratamientos; sin embargo, comparando los porcentajes de ambos suelos se muestra una diferencia porcentual de 2.8.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

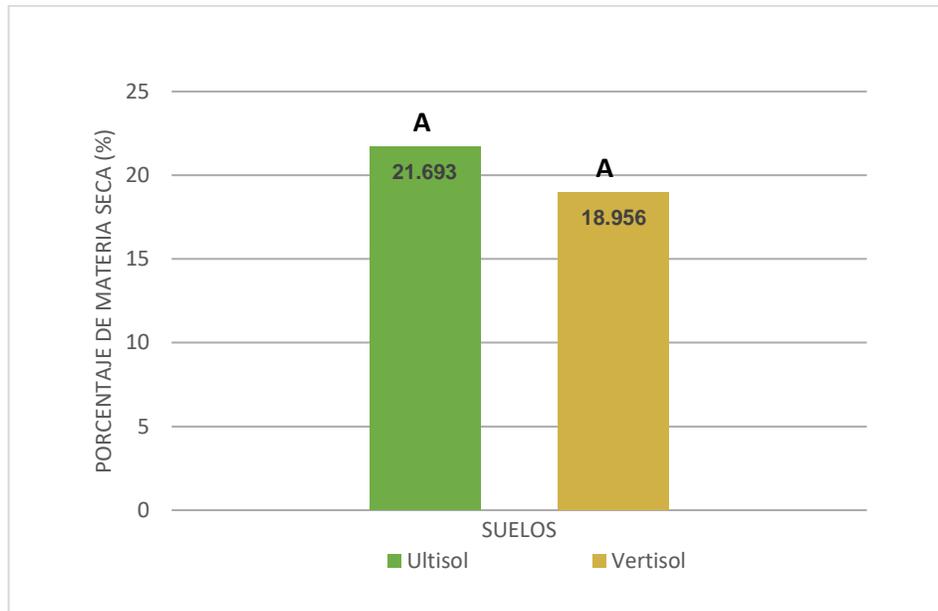
https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Figura 4. Comparación de media de ambos tipos de suelo con la Prueba Duncan para % de Materia Seca.

Para Brutti (2018), el déficit de agua en el suelo altera muchos procesos celulares que intervienen en la acumulación de materia seca. También puntualizó que las plantas requieren que los nutrimentos se encuentren disueltos en la solución del suelo para que puedan ser absorbidos y translocados hasta los lugares donde van a ser metabolizados. El suelo vertisol tiende a retener más agua por el tipo de arcilla (2:1), lo que pudo reflejarse en la cantidad de materia seca producida.

Sistema Radicular (g)

El análisis de comparación de medias para evaluar el peso del sistema radicular en frijol *Vigna unguiculata* (TABLA 2.) se observó diferencia altamente significativa de la fuente tratamiento (Pr

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

<0,001), también de la variable suelo por tratamiento y tratamiento por poliacrilato. Para las comparaciones suelo por tratamiento por poliacrilatos no se registraron diferencias significativas. El cultivo del frijol chiricano presenta una raíz profunda y pivotante con abundantes ramificaciones, permitiendo que las plantas puedan absorber mayor cantidad de agua y nutrimentos en comparación a los frijoles comunes (ASPROMOR, 2012).

Tabla 2. Análisis de varianza para sistema radicular

Procedimiento GLM			
Variable dependiente: Sr			
Fuente	DF	Pr > F	
Modelo	15	<,0001	
Error	48		
Total correcto	63		
	R- cuadrado	Coef Var	
	0.780852	51,26682	
Fuente	DF	Pr > F	
S	1	0,0225	
T	3	<,0001	
S*T	3	0,0005	
P	1	<,0001	
S*P	1	0,4944	
T*P	3	<,0001	
S*T*P	3	0,3926	

Efecto de los poliacrilatos en el sistema radicular.

En la Figura 5. el agrupamiento de Duncan muestra que hubo diferencias significativas, es decir, que en forma independiente produjeron un efecto sobre el peso promedio de

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

las raíces siendo el poliacrilato de potasio (hidrogel) quien dominó sobre el crecimiento radicular con 13,6 g en cambio, el poliacrilato de sodio (pañales desechables) obtuvieron 7,5 g.

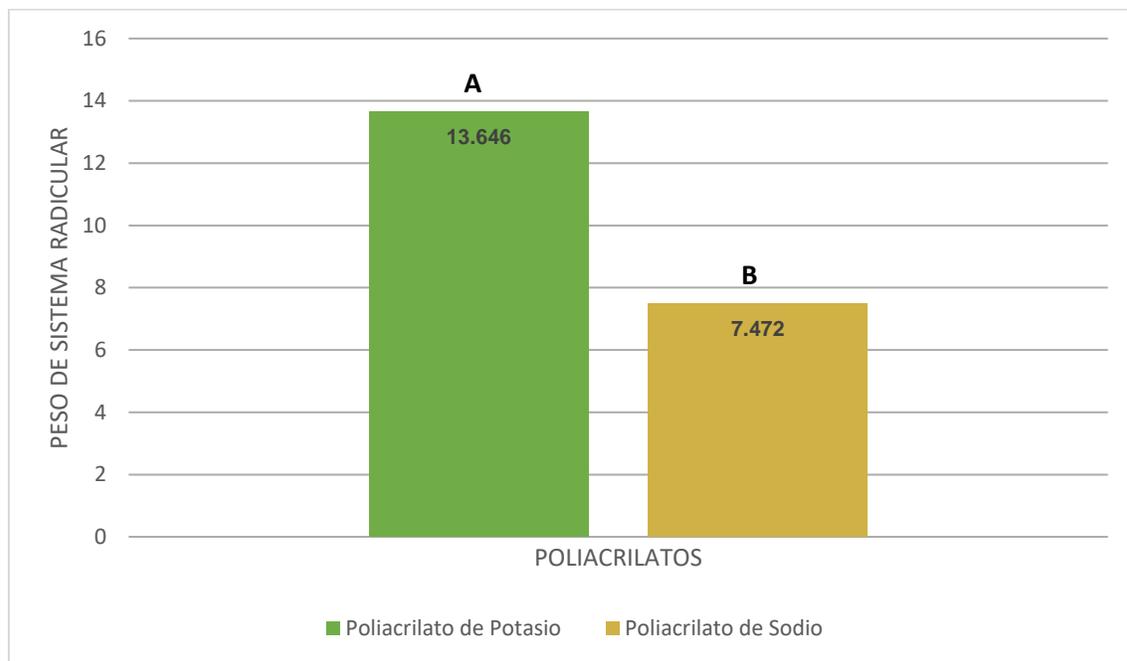


Figura 5. Media de los poliacrilatos (potasio y sodio) con Prueba Duncan para sistema radicular.

Respuesta de *V. Unguiculata* a los tratamientos [sistema radicular].

En la Figura 6. se observa que no hay diferencia entre los tratamientos 3 (16.46 g) y 4 (16.33 g); sin embargo, ambos tratamientos a comparación con el testigo (2.33 g) tienen diferencia altamente significativa. En cuanto a los tratamientos 3 y 4 vs el tratamiento 2 (7.1 g) también existe una diferencia. Lo que indica que el sistema radicular de la planta se ve influenciado por la disponibilidad de agua y nutrientes.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Según Zapeta (2012), los polímeros retenedores de humedad se hinchan al absorber el agua y abren la estructura del suelo permitiendo una mejor aireación del sistema radicular y reduciendo la compactación lo que produce un mejor drenaje.

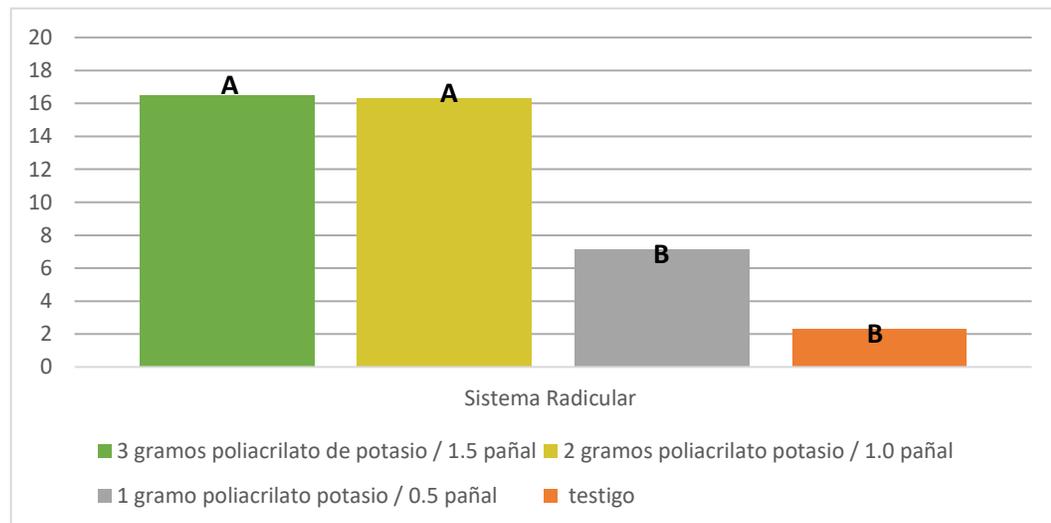


Figura 6. Media de los tratamientos con Prueba Duncan para sistema radicular.

Efecto de los suelos en el sistema radicular.

En este caso la prueba Duncan indica (Figura 7) la comparación no evidencia diferencia significativa. Castellanos (2000), indica que la condición física de un suelo determina su capacidad de sostenimiento y facilidad para la penetración de raíces.

Según Rucks *et al.* (2004), el crecimiento de las plantas, está determinado por factores atmosféricos, biológicos y edáficos. Siendo las propiedades químicas y físicas del suelo que determinan el crecimiento radicular y la dinámica del aire y del agua. Estas propiedades del suelo

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

están determinadas por las características cuantitativas y cualitativas del espacio del suelo no ocupado por sólidos, denominado espacio poroso. En este caso los suelos ultisoles presentan mejores condiciones de aereación y movimiento de agua en la maceta, que los vertisoles, debido a que la arcilla predominante es poco expansible y los óxidos de hierro permiten una mejor agregación de partículas.

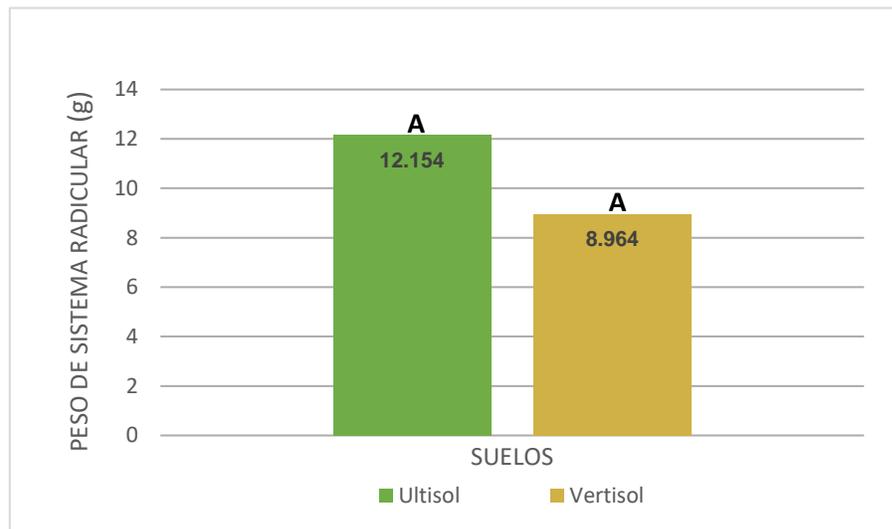


Figura 7. Media de los suelos con Prueba Duncan para sistema radicular.

CONCLUSIONES

Se pudo establecer, que el cultivo con polímeros hidroabsorbentes comparado con el cultivo sin polímeros, genera un mayor impacto positivo en el recurso hídrico y suelo, de acuerdo con la frecuencia de riego. Es decir, el uso de ambos poliacrilatos es una buena alternativa para implementar como solución a amenazas climáticas especialmente la sequía; ya que, el agricultor minimizaría el consumo del agua que utiliza normalmente para el riego.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

La literatura consultada señala que el poliacrilato de sodio de los pañales desechables que no es un producto tóxico es demasiado voluminoso para ser absorbido en los tejidos y células de planta, por lo que puede ser utilizado como un hidroretenedor en la agricultura.

Se obtuvo mayor rendimiento en términos de producción de materia seca de ambos tratamientos con poliacrilato de potasio (hidrogel) y poliacrilato de sodio (gel de pañales desechables) con relación al grupo testigo.

AGRADECIMIENTO

Se les agradece muy especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá al poner a nuestra disposición sus equipos para el análisis de laboratorio, facilidades físicas y el personal; A todos ustedes, nuestro eterno agradecimiento.

DECLARACIÓN DE INTERESES

Los autores declaran que el material presentado en este artículo científico no ha sido publicado en ninguna otra revista impresa o digital de carácter científico o técnico; que el contenido científico del artículo es el producto de la planificación y gestión de la investigación debidamente coordinada por los autores y que la misma es originada por los autores dentro de la Universidad de Panamá propiamente. Los autores también declaran que este artículo ha sido generado para su consideración e inclusión en la Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aqua-Gel. S.f. Polímero Agrícola Acondicionador de Suelos. Consultado 16 mar. 2018.
Disponible en <http://aquagel.strikingly.com>

ASPROMOR (Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón). 2012.
Manual de cultivo del frijol Caupí. Consultado 22 ago. 2019.

Borda, M. 2013. Efecto del residuo industrial poliacrilato en el crecimiento de plantas de tomate.
Consultado el 14 oct. 2019. Disponible en G Arcayo Palacios - 2018 -
repositorio.lamolina.edu.pe

Brutti, L. 2018. Suelos: la falta de humedad afecta la absorción de nutrientes. Consultado el 9 oct.
2019. Disponible en <https://intainforma.inta.gob.ar/suelos-la-falta-de-humedad-afecta-la-absorcion-de-nutrientes/>

Castellanos, Z. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos, Aguas. Disponible en
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

ETESA. 2018. Datos Climáticos Historicos. Consultado el 1 may. 2018. Disponible en
http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=3

García, D. 2013. Buscan enfrentar la sequía con polímeros súper-absorbentes. Consultado 12 mar.
2018. Disponible en <https://www.agrocom.co/polimeros-super-absorbentes-en-la-sequia.pdf> (agrocom.co)

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Hernández, O. 2007. Hidrogeles Mejoradores de Cultivos Agrícolas. Consultado 17 mar. 2018.

Disponible en

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/404/1/Obdulia%20Gonzalez%20Hernandez.pdf>

Manikandan, A. 2015. Evaluation of Zeolite Based NITROGEN Nano-fertilizers on maize Growth, Yield and Quality on Inceptisols and Alfisols. Consultado 13 oct. 2019.

Disponible en

https://www.researchgate.net/profile/Angamuthu_Manikandan/publication/284182197_Evaluation_of_zeolite_based_nitrogen_nano-fertilizers_on_maize_growth_yield_and_quality_on_inceptisols_and_alfisols/links/564ee78a08ae4988a7a6b4ba/Evaluation-of-zeolite-based-nitrogen-nano-fertilizers-on-maize-growth-yield-and-quality-on-inceptisols-and-alfisols.pdf

Mayorga, C; Mendoza, R. y Rodríguez, A. 2017. Plantitas en Pañales. Consultado 16 mar. 2018.

Disponible en <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2017/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/3.pdf>

Ojeda, M. 2013. Los Polímeros. Consultado 15 mar. 2018. Disponible en

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/08/polimeros.html>

Ojeda, M. 2013. Polímeros Super Absorbentes. Consultado 16 mar. 2018. Disponible en

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2013/01/polimeros-super-absorbentes.html>

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2019. Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo. Consultado 12 de Dic. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1185408/>

Rojas, B. 2006. Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. Iberoamericana de Polímeros. Consultado 15 de mar. 2018. Disponible en <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/AGO06/gascue.pdf>

Rucks, L; García, F; Kaplán, A; Ponce De León, J y Hill, M. 2004. Propiedades Físicas de los Suelos. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 78. p. Consultado el 16 de mar. 2018. Disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

USDA, 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Departamento de Agricultura de los EE UU. Décima Edición. Traducido por Carlos Ortíz-Solorio y Ma. Del Carmen Gutierrez-Castorena. 325 p.

White, J. 1991. Conceptos básicos en fisiología de frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds). pp: 43-60. Consultado el 20 may. 2018. Disponible en <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/avances/avances2008/Agronomia/ProduccionAgricola%28pp%201-86%29/ChavarinEspinozaIrisEtelvina/25-30.pdf>

Revista Investigaciones Agropecuarias

Recepción: 07 de julio de 2021

Aceptación: 28 de julio de 2021

https://revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias



Volumen 4, N°1, pp. 30-50

Diciembre 2021 - Mayo 2022

Panamá

Periodicidad. Semestral

Zapeta. 2012. Efecto de cinco dosis de un polímero retenedor de humedad y cuatro frecuencias de riego en almacigo de Rambutan (*Nephelium lappaceum*. Sapindaceae.) En Coatepeque, Quetzaltenango. Consultado el 1 oct. 2019. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/3517/1/tnp331182.pdf>