

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

CÓDIGO: AI-2204

TÍTULO.

Evaluación de cuatro dosis de un polímero retenedor de humedad en el suelo y su influencia en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) variedad MEX69-290, para semilla.

DATOS DE LOS RESPONSABLES.

**Título a obtener:
Ingeniero Agrónomo**

Autores:

Nombre, apellido	Institución, dirección	Teléfono y E-mail	Firma
José Ignacio Rivera Menjivar	UES, San Salvador	6027-0268 jose.ignacioriver12@gmail.com	
Ing. Agr. José Mauricio Tejada Asensio	UES, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente	7633-2415 Jose.tejada@ues.edu.sv	
Ing. Agr. Henry Emerson Romero Fabián	Ingenio El Ángel, Apopa, San Salvador.	79100155 Henry.fabian@ingenioelangel.com.sv	
Ing. Agr. Jairo Aarón Vigil Sánchez	Ingenio El Ángel, Apopa, San Salvador.	7325-3237 Jairo.vigil@ingenioelangel.com.sv	

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Ing. Agr. Nelson Bernabé Granados Alvarado.

Firma _____

Director General de Proceso de Graduación de la Facultad

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma _____

Jefe del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Ing. Agr. M. Sc. José Mauricio Tejada Asensio

Firma _____

SELLO

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 14 de marzo del 2022

EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE UN POLÍMERO RETENEDOR DE HUMEDAD EN EL SUELO Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) VARIEDAD MEX69-290, PARA SEMILLA.

RIVERA MENJIVAR, JI.¹; TEJADA ASENSIO, JM.²; FABIAN ROMERO, HE.³; VIGIL SÁNCHEZ, JA.³

RESUMEN

La investigación se realizó en el periodo de mayo a noviembre de 2019, en el lote la Sandillera de la hacienda el Porfiado, cantón San Francisco El Porfiado, municipio de San Luis La Herradura, La Paz, en un área de 2,205 m², el objetivo principal fue evaluar cuatro dosis (60, 80, 100 y 120 Kg/ha) de polímero retenedor de humedad en el suelo y su influencia en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), variedad MEX69-290 para semilla. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales representadas por parcelas divididas en 5 surcos con dimensiones de 15 metros de largo por 1.40 metros entre surcos. Las variables evaluadas fueron: altura del tallo, cantidad de hojas, largo de entrenudos, diámetro del tallo, cantidad de entrenudos, número de cañas por metro lineal, número de esquejes por caña y peso de la caña; asimismo para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat. Se encontraron diferencias estadísticas en la variable altura de la planta, siendo las mejores medias por tratamiento al aplicar las dosis de 60 Kg/ha (T1) y 120 Kg/ha (T4) con 2.16 y 2.15 m de altura respectivamente en los primeros 6 meses de cultivo; mientras que para las variables cantidad de hojas, largo de entrenudos, diámetro del tallo, número de plantas productivas por metro lineal y peso de la planta no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Para la variable cantidad de entrenudos se obtuvieron diferencias estadísticas, la dosis de 120 kg/ha presentó los mejores resultados para la variable número de entrenudos con un total de 20 entrenudos por planta, las dosis de 60 (T1) y 80 kg/ha (T2) presentaron comportamientos similares para esta variable con 19 entrenudos por planta. Para la variable número de esquejes por planta se encontró los mejores resultados al aplicar las dosis de 120 (T4) y 60 Kg/ha (T1) con 3.1 y 3 esquejes por planta. Con la aplicación de polímero retenedor de humedad en la producción de caña para semilla de la variedad MEX69-290 se lograron reducir considerablemente el número de riegos en un periodo de seis meses.

Palabras clave:

Polímero, retenedor de humedad, caña de azúcar, crecimiento vegetativo, cortes, entrenudos, MEX69-290

1 Investigador principal, Universidad de El Salvador Correo: jose.ignacioriver12@gmail.com

2 Docente Asesor de Investigación, Universidad de El Salvador Correo: jose.tejada@ues.edu.sv

3 Asesores Externos de Investigación, Ingenio El Ángel Correo: Henry.fabian@ingenioelangel.com.sv; Jairo.vigil@ingenioelangel.com.sv

EVALUATION OF FOUR DOSES OF A MOISTURE RETAINING POLYMER IN THE SOIL AND ITS INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.) MEX69-290 VARIETY, FOR SEED.

RIVERA MENJIVAR, JI.¹; TEJADA ASENSIO, JM.²; FABIAN ROMERO, HE.³; VIGIL SÁNCHEZ, JA.³

ABSTRACT

The investigation was carried out in the period from May to November 2019, in the La Sandillera lot of the El Porfiado farm, San Francisco El Porfiado canton, San Luis La Herradura municipality, La Paz, in an area of 2,205 m², the main objective was to evaluate four doses (60, 80, 100 and 120 Kg / ha) of moisture-retaining polymer in the soil and its influence on the development of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), variety MEX69-290 for seed. An experimental design of Complete Random Blocks was used, with five treatments, four repetitions and 20 experimental units represented by plots divided into 5 rows with dimensions of 15 meters long by 1.40 meters between rows. The variables evaluated were: height of the stem, number of leaves, length of internodes, diameter of the stem, number of internodes, number of canes per linear meter, number of cuttings per cane and weight of the cane, likewise, the InfoStat program was used for the statistical analysis. Statistical differences were found in the variable height of the plant, being the best means per treatment when applying the doses of 60 Kg / ha (T1) and 120 Kg / ha (T4) with 2.16 and 2.15 m of height respectively in the first 6 months of cultivation, while for the variables quantity of leaves, length of internodes, diameter of the stem, number of productive plants per linear meter and weight of the plant, no significant statistical differences were found. Statistical differences were obtained for the variable quantity of internodes, the dose of 120 kg / ha presented the best results for the variable number of internodes with a total of 20 internodes per plant, the doses of 60 (T1) and 80 kg / ha (T2) presented similar behaviors for this variable with 19 internodes per plant. For the variable number of cuttings per plant, the best results were found when applying the doses of 120 (T4) and 60 Kg / ha (T1) with 3.1 and 3 cuttings per plant. With the application of moisture-retaining polymer in the production of seed cane of the MEX69-290 variety, it was possible to considerably reduce the number of irrigations in a period of six months.

Keywords:

Polymer, moisture retainer, sugarcane, vegetative growth, cuts, internodes, MEX69-290

1 Investigador principal, Universidad de El Salvador **Correo:** jose.ignacioriver12@gmail.com

2 Docente Asesor de Investigación, Universidad de El Salvador **Correo:** jose.tejada@ues.edu.sv

3 Asesores Externos de Investigación, Ingenio El Ángel **Correo:** Henry.fabian@ingenioelangel.com.sv;
Jairo.vigil@ingenioelangel.com.sv

INTRODUCCIÓN

La sequía es un fenómeno temporal que resulta de la escasez o mala distribución de la precipitación, las cuales se asocian generalmente con alteraciones en el comportamiento de los sistemas meteorológicos que controlan la variación del clima, en consecuencia, algunas sequías son de naturaleza localizada y tienen duración de períodos cortos, otras están extendidas por zonas muy grandes y persisten durante largos lapsos de tiempo (INETER 2005).

El estrés hídrico provocado por las sequías es aquella situación de disminución de agua a partir de la cual el cultivo comienza a experimentar mermas en su rendimiento final. Para la mayoría de especies cultivadas esto acontece antes de que sean observables a simple vista los síntomas de carencia de agua como son la pérdida de turgencia de las hojas, marchitamiento, secado de partes viejas, entre otros (FAO 2006).

La agricultura es una de las actividades de producción de alimentos más importante a nivel mundial; sin embargo, es extremadamente vulnerable a los cambios drásticos del clima. En este contexto, es importante considerar el efecto que el calentamiento global y los fenómenos del niño y la niña (ENOS) tienen sobre los principales cultivos explotados en El Salvador, ya que la mayoría de ellos se desarrollan bajo condiciones dependientes del clima (Ibarra y Amaya 2007).

Lograr el uso racional del agua reteniéndola por más tiempo en el suelo es un problema, debido a que de forma natural y según su textura y estructura, tiene su propia retención variable que puede aumentarse con la incorporación de abonos verdes, materia orgánica en general o la incorporación de polímeros sintéticos que ayuden en este sentido (Zepeda 2012).

Según Ahmed (2015), Los retenedores de agua son cadenas poliméricas que generalmente se encuentran en forma de geles coloidales, los cuales exhiben la capacidad de hincharse y retener una fracción significativa de agua dentro de su estructura, pero sin disolverse; cabe mencionar que los retenedores de humedad son compuestos que absorben y retienen grandes cantidades de agua y nutrientes cuando se aplican en el suelo o en cualquier otro medio de cultivo, además fueron diseñados para reducir las frecuencias de riego. Las fuerzas intermoleculares de cohesión impiden la desintegración del compuesto. El agua es atrapada en el interior del polímero y solo es entregada a las raíces de la planta a través de un proceso físico de ósmosis, logrando capturar hasta 500 veces su peso en agua de lluvia o riego, teniendo como resultados importantes beneficios como la reducción de los costos de producción hasta en un 90% en los sistemas de riego por goteo.

El objetivo principal de la investigación es evaluar cuatro dosis de polímero retenedor de humedad en el suelo y su incidencia en el desarrollo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

I. Ubicación del estudio

La investigación se realizó en el periodo de mayo a noviembre de 2019, ubicado en el lote La Sandillera de la hacienda El Porfiado, cantón San Francisco El Porfiado, en el municipio de San Luis La Herradura, departamento de La Paz, a una altura de 45 metros sobre el nivel del mar, entre los 13°21'19" Latitud Norte y 88°59'41" Longitud Oeste. La precipitación promedio es de 1,764 milímetros anuales, temperatura de 26.95°C, humedad relativa de 73%, evapotranspiración potencial de 1,907 milímetros (SNET 2018).

II. Metodología de campo

Preparación del suelo

Por ser un suelo arenoso la labor consistió hacer un paso del surcador, preparando el área con un distanciamiento de siembra de 1.40 metros entre surcos en un sistema de siembra simple, se delimitaron los tratamientos y bloques con estacas de madera de 1 metro.

Preparación y aplicación del polímero

La cantidad del polímero destinado para cada tratamiento con su respectiva dosis, fue previamente pesado, en balanza semi-analítica en el laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Se mezcló con suelo seco en una relación 1:10 (1 parte del polímero, 10 partes del suelo). Las diferentes dosis del polímero retenedor de humedad, se aplicaron sin hidratar en el fondo de cada surco de siembra, posteriormente se cubrió con una capa de tierra de 4 cm.

Siembra

Se sembró la caña de azúcar utilizando dos esquejes por postura a lo largo del surco, se cubrió con tierra y se puso riego por aspersión hasta aplicar 20 mm de lámina de agua, medidos con un pluviómetro.

Riego

Se utilizó el método de riego por aspersión, haciendo la 1ª aplicación después de la siembra y se repitieron cada 21 días después no haber caído lluvias, aplicando 4 riegos en total con una lámina promedio de 20 mm de agua cada riego y se aplicaron en las semanas (S-9, S-12, S-21 y S-24)

Fertilización

Para la fertilización del cultivo de caña, se aplicaron 3 fertilizaciones con fórmulas químicas siendo estas las siguientes:

1ª fertilización 30 días después de la siembra con formula 18-46-0 aplicado al subsuelo con fertilizadora, con una dosis de 1 qq (45.45 Kg) en toda el área.

2ª fertilización 30 días después de la primera fertilización con una mezcla de sulfato de amonio más urea a una relación de 2:1 es decir 2 qq (90 Kg) de sulfato de amonio más 1 qq (45.45Kg) de urea, se realizó la mezcla previamente de la cual se tomó 1qq

(45.45Kg) y se fertilizaron todos los tratamientos a una dosis de 30 g de fertilizante por metro lineal.

3ª fertilización 60 días después de la segunda fertilización con sulfato de amonio, aplicando 30 g de fertilizante por metro lineal.

Monitoreo de plagas y enfermedades

El monitoreo se realizó una vez por semana, con la finalidad de prevenir el ingreso y ataque de plagas y enfermedades, en la cual no se observó ningún daño serio por plagas o enfermedades que necesitara un método de control.

Control de malezas

Para el control de malezas se realizó de dos formas:

1ª. De forma química utilizando herbicida pre-emergente, aplicado después de la siembra. Una segunda aplicación 50 días después de la siembra con una mezcla de 3 herbicidas inhibidores de crecimiento en algunas plantas arvenses.

2ª. De forma manual de los 100 a 110 días después de la siembra, realizada con azadón y machete eliminando malezas presentes, utilizando mano de obra para esa actividad.

Aporque del cultivo de caña de azúcar

Esta labor se realizó a los 80 días de después de siembra, consistió en un paso de aporcador, con el objetivo de acumular suelo o tierra en la base de las cepas para mejorar el anclaje de la planta, desterronar el suelo, mejorar las condiciones de drenaje superficial, controlar las malezas del entresurco.

Cosecha

La cosecha se realizó en base a los criterios: madurez fisiológica, edad de cultivo apto para cosechar semilla, corte de tallos y corte de esquejes con una medida aproximada de 45-50 cm. Se desarrolla el empacado en manojos de 50 esquejes cada manojos.

III. Metodología de laboratorio

La Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente se calcularon por procedimientos analíticos, para esto se utilizaron las ollas de presión en el Laboratorio de Suelos del departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. .

IV. Metodología estadística

Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos (dosis de polímero) y cuatro repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales. La unidad experimental fue considerada como una parcela con 5 surcos de 15 m de largo y 7 m de ancho, el cual tuvo un área de 105 m².

Tratamientos evaluados

Las cantidades de polímero retenedor de humedad fueron determinadas en relación a la recomendación del producto y evaluar dos dosis arriba y dos dosis abajo del valor recomendado por la empresa AQUAGEL.

T₀ = 0 kg/ha de polímero retenedor de humedad.

T₁ = 60 kg/ha de polímero retenedor de humedad

T₂ = 80 kg/ha de polímero retenedor de humedad

T₃ = 100 kg/ha de polímero retenedor de humedad

T₄ = 120 kg/ha de polímero retenedor de humedad

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de tallo, cantidad de hojas, largo de entrenudos, diámetro de tallo, cantidad de entrenudos, cantidad de plantas productivas por metro lineal, cantidad de esquejes por caña, peso de caña.

Análisis de datos

Para el análisis de las variables se utilizó el programa InfoStat (versión estudiantil), realizando análisis de estadística descriptiva con medias y análisis de estadística inferencial, análisis multivariante, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, análisis de la varianza paramétrica (ANVA) de Fisher y la prueba de hipótesis de Tukey. Además, se utilizó análisis de varianza no paramétrica de Kruskal y Wallis y prueba de comparación de apares (Balzarini et al 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de humedad en el suelo

Al analizar el comportamiento de la humedad del suelo (Figura 1) se logró determinar los periodos donde el cultivo se abasteció con las precipitaciones, además al encontrar que la humedad del suelo era menor que la capacidad de campo se optó por aplicar riego por aspersión el cual favoreció a que el suelo no llegara al punto de marchitez permanente en donde el cultivo estaría entrando a estrés por falta de agua. Durante la investigación se aplicaron 4 riegos por aspersión con una lámina de 20 mm (20 litros por cada metro cuadrado de tierra), en las semanas 9, 12, 21 y 24 después de establecido el cultivo.

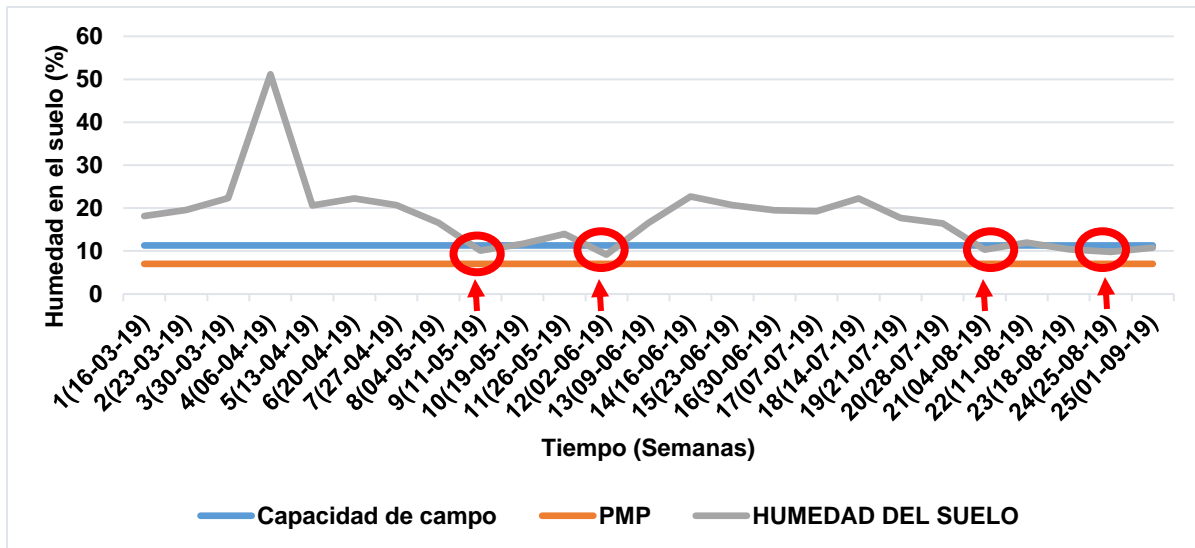


Figura 1. Porcentaje de humedad del suelo por semana en ensayo de investigación.

Se identificó un periodo de sequía de 6 semanas o 42 días (desde la semana 6 hasta la 12), en las cuales se hicieron dos aplicaciones de riego cada 3 semanas (21 días), aplicando la primera en la semana 9 donde la curva de humedad del suelo baja sobre el nivel de capacidad campo, periodo en el cual ya no hay agua disponible para el desarrollo de la planta. En la curva se identifica que la captura de agua del polímero retenedor de humedad permite ampliar el periodo de riego hasta 3 semanas, aplicando así riego por aspersión hasta la semana 12 nuevamente, modificando completamente la calendarización de riego establecido por el Ingenio El Ángel, el cual programa riego para cada semana. Mismo caso sucede en los dos últimos riegos aplicados en la semana 21 y 24, con los cuales se redujo el número de riegos aplicados, asimismo, se redujeron los costos de producción en las actividades de riego, pasando de 25 riegos según la programación del Ingenio El Ángel a 4 riegos con el uso del polímero en un periodo de 6 meses. Solís *et al* (2019) registraron los días sin riego en plantas de café en vivero con un promedio de 126.25 días a marchitez permanente al aplicar 10 gramos por planta de poliacrilato de potasio como retenedor de humedad, demostrando de esta manera la utilidad e importancia de usar retenedores de humedad que reduzcan los riesgos de perder plantas por estrés hídrico.

Altura de la planta (m)

Al aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey, se identificó que las dosis de 60 kg/ha y 120 Kg/ha mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a las demás dosis (Figura 2), representando ambas dosis como los mejores promedios de altura de la planta, en contraposición, las dosis de 0 kg/ha y 100 kg/ha fueron las que mostraron las menores alturas, siendo estadísticamente diferentes (<0.05).

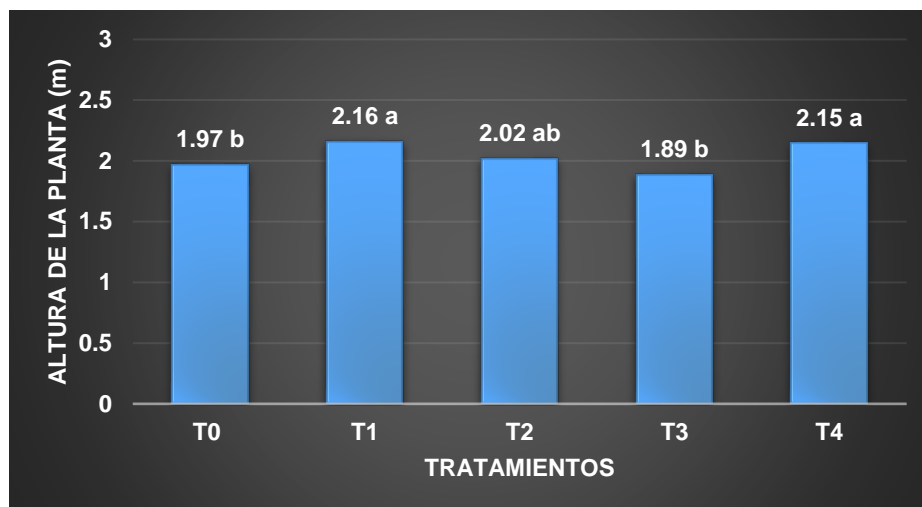


Figura 2. Altura de la planta en la variedad MEX69-290, para semilla aplicando cuatro dosis de polímero retenedor de humedad.

Al utilizar diferentes dosis de polímero retenedor de humedad, se demostró que las mejores alturas de las plantas se produjeron al aplicar el T1 y T4 con dosis de 60 y 120 Kg/ha con 2.16 m y 2.15 m de altura respectivamente, sin embargo, la altura de los tratamientos T0 y T3 con dosis de 0 y 100 kg/ha presentaron la menor respuesta con 1.97 y 1.89 m de altura respectivamente. Para Solís *et al* (2019) al aplicar las diferentes dosis de Poliacrilato de Potasio se obtuvieron los mejores resultados en la variable ganancia de altura, siendo las mejores dosis de 7 y 10 gramos por planta de café comparados con las alturas de las plantas a las que no se les aplicó retenedor de humedad.

Cantidad de hojas

Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$), sin embargo, los resultados demuestran que prevalece un comportamiento aceptable de la caña de azúcar en presencia de las diferentes dosis de polímero retenedor de humedad aplicados.

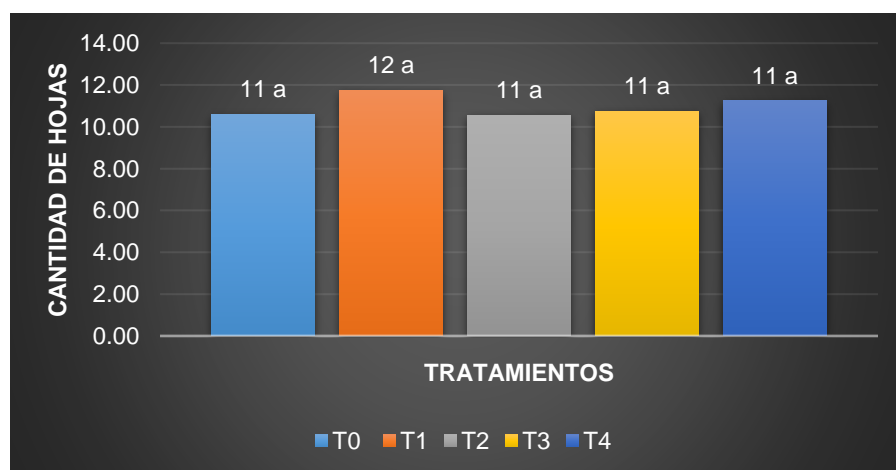


Figura 3. Cantidad de hojas de la caña de azúcar para semilla variedad MEX69-290.

La formación de las hojas del cultivo de caña de azúcar depende de la temperatura y edad de la planta, la expansión de las hojas también se efectúa a niveles más altos cuando las temperaturas son altas, pero estas no se mantienen en la planta debido al agotamiento de las reservas de hidratos de carbono. Según (Amaya *et al.* 1995), la longevidad de las hojas (desde el nacimiento hasta la senescencia de una sola hoja), son mucho más cortas a temperaturas altas, y a condiciones de estrés hídrico, de igual manera en plantas jóvenes la longevidad es corta, generalmente menor a un mes y en plantas más viejas puede durar hasta 5 meses, lo que lleva a mantener un poco follaje, lo que no es suficiente para la completa captación y translocación de la sacarosa, aspecto que puede estar relacionado con los resultados de la presente investigación.

Largo de entrenudos (m)

Según el análisis de varianza mostró que el factor dosis de polímero retenedor de humedad no presentaron diferencia estadística significativa ($p < 0.0884$). Sin embargo, en la prueba de comparación de medias Tukey, hay una relación del efecto del polímero retenedor de humedad producido en el crecimiento del entrenudo (figura 4), siendo la dosis de 60 kg/ha, la que presentó un mejor comportamiento con 0.12 m de longitud, no existiendo diferencia estadística alguna entre ellas, en contraposición la dosis de 100Kg/ha mostro un menor efecto en el largo de entrenudos con un valor de longitud de 0.10 m, siendo estadísticamente iguales ($p < 0.05$).

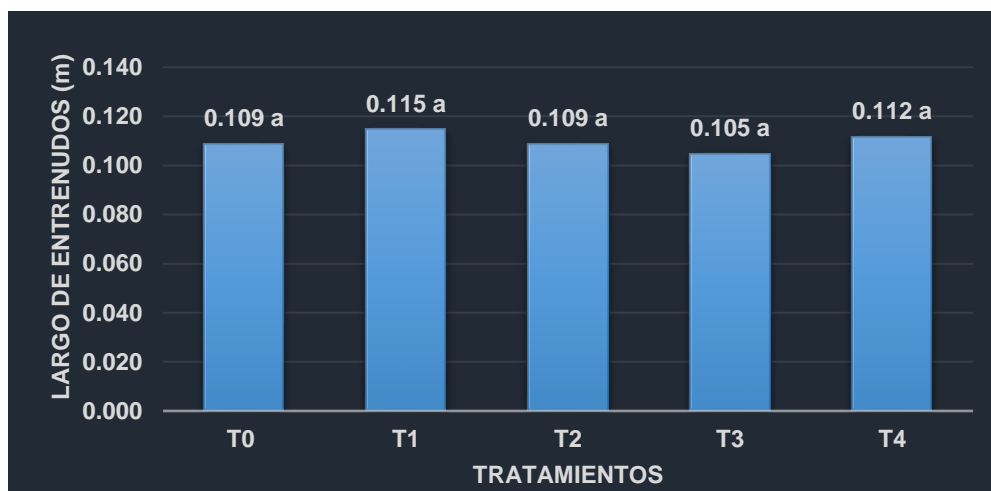


Figura 4. Largo de entrenudos de la caña de azúcar para semilla.

Aun cuando no existen diferencias estadísticas significativas, los resultados demuestran que prevalece un comportamiento favorable del T1 con la dosis de 60 kg/ha, en presencia del largo del entrenudo con 0.115 m, mostrando similar comportamiento al comparar con los demás tratamientos para esta variable.

Diámetro del tallo (mm)

Para la variable del diámetro del tallo se verificó el supuesto de normalidad con el objetivo de determinar la variabilidad por un análisis de varianza, cumpliendo con los supuestos de normalidad, el análisis de varianza mostró que el factor dosis de polímero retenedor de humedad no presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.1154$).

Sin embargo, en la prueba de comparación de medias Tukey así lo demostró (figura 5) donde se identificó que la dosis de 60 kg/ha (T1), es la que presentó un mejor comportamiento con un valor de 26.17 mm de diámetro del tallo, no existiendo diferencia significativa alguna entre ellas, siendo la dosis de 100 Kg/ha (T3) la que mostró un menor efecto en el diámetro del tallo con un valor de 25.19 mm, siendo estadísticamente iguales al comparar con los demás tratamientos, confirmando que al no aplicar polímero retenedor de humedad se obtendrán resultados similares que al aplicar cualquiera de las otras dosis para esta variable.



Figura 5. Diámetro de los tallos de la caña de azúcar para semilla.

Cantidad de entrenudos

El análisis de varianza mostró que el factor dosis de polímero retenedor de humedad presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.0006$). La prueba de comparación de medias de Tukey así lo demostró, donde se identificó que la dosis de 120 kg/ha (T4) presentó los mejores resultados con 20 entrenudos por planta, mientras que las dosis de 60 Kg/ha (T1) y 80 Kg/ ha (T2) mostraron resultados similares entre ellas con 19 entrenudos por planta respectivamente (Figura 6), siendo las dosis de 0 (T0) y 100 Kg/ha (T3) los que mostraron los resultados más bajos con 18 entrenudos por planta cada uno.



Figura 6. Cantidad de entrenudos de la caña de azúcar para semilla

Se demostró que las dosis de 60 kg/ha y 80 kg/ha producen resultados similares con 19 entrenudos por planta en cada tratamiento, superados únicamente por la dosis de 120 kg/ha, representándose como el mejor tratamiento para esta variable, las dosis de 0 kg/ha y 100 Kg/ha obtuvieron un promedio de 18 entrenudos por planta; mostrando los resultados más bajos para esta variable.

Cantidad de plantas productivas por metro lineal

Para esta variable se verificó el supuesto de normalidad con el objetivo de determinar la variabilidad por un análisis de varianza, cumpliendo con los supuestos de normalidad. El análisis de varianza mostró que el factor dosis de polímero retenedor de humedad no presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.5592$).

Sin embargo, en la prueba de comparación de medias Tukey así lo demostró, donde se identificó que la dosis de 0 kg/ha, es la que presentó el mayor promedio en la cantidad de plantas productivas con un valor de 16 plantas, no existiendo diferencia significativa alguna al comparar con las demás dosis (Figura 7). Esta variable está muy asociada con las características de la variedad en la capacidad de formar ejes productivos en forma de parras o macollas, sumándose a esta las diferentes actividades de manejo agronómico del cultivo.



Figura 7. Cantidad de plantas productivas presentes en un metro lineal.

Cantidad de esquejes de la planta

El corte de caña de azúcar para semilla, se realizó a partir de los 6 meses, fase en la cual el ingenio El Ángel inició el corte de caña semilla para su distribución, haciendo los cortes con una medida de 40 a 50 cm de largo, siendo una medida estándar que el ingenio maneja, debido a que el esqueje posee de 4 a 6 yemas viables.

Para el análisis estadístico de las fuentes de variación (dosis de polímero retenedor de humedad), en los números de cortes de la planta en la etapa final de desarrollo, se verificó el supuesto de normalidad con el objetivo de determinar la variabilidad por un análisis de varianza (ANVA) paramétrico. La cantidad de cortes de la planta en la etapa

final de desarrollo, no cumplieron con el supuesto de normalidad 0.92, $P < 0.0001$. De manera que se procedió a transformar los datos con el objetivo de ajustarlos.

Al aplicar el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal y Wallis, para cada fuente de variación. Las dosis de polímero retenedor de humedad, produjeron diferencias significativas en las diferentes medias de la cantidad de esquejes de la planta, así lo demostró la prueba de comparación de A pares para número de cortes por planta en la última etapa de desarrollo según tratamientos, siendo las dosis de 60 kg/ha (T1) y 120 kg/ha (T4) las que produjeron con 3 y 3.1 esquejes por planta respectivamente, mientras que las dosis de 0 kg/ha (T0) y 80 kg/ha (T2) mostraron similar comportamiento entre ellas con 2.85 y 2.95 esquejes por planta respectivamente, asimismo, la dosis de 100 kg/ha (T3) que presentó la menor cantidad de esquejes/planta con un total de 2.6 esquejes. (Figura 8).

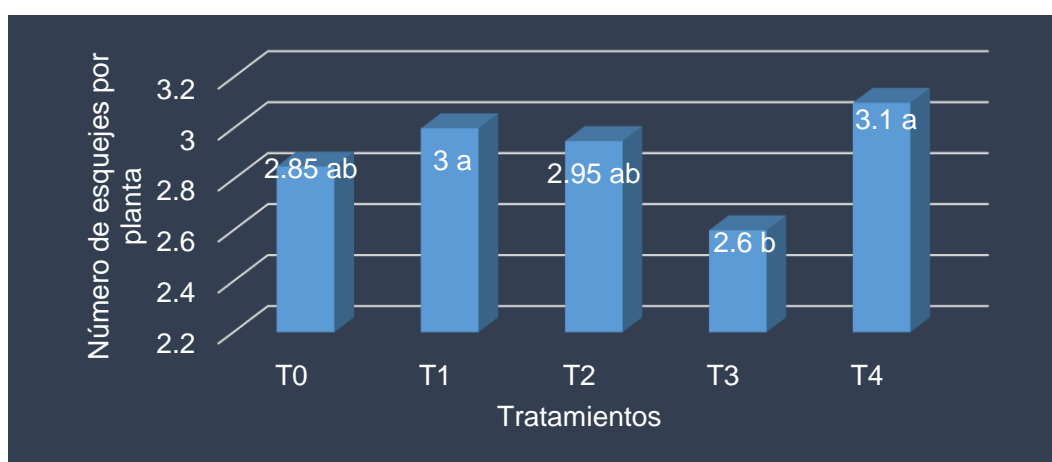


Figura 8. Cantidad de esquejes de las plantas productivas.

Peso de la caña de azúcar

El análisis de varianza mostró que el factor dosis de polímero retenedor de humedad no presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.0514$). Sin embargo, en la prueba de comparación de medias Tukey hay una relación del efecto del polímero retenedor de humedad producido en el peso de la caña de azúcar (Figura 9), siendo la dosis de 120 kg/ha (T4), la que mostró un mejor comportamiento con un promedio de 0.83 kg por caña, en contraposición la dosis de 100 kg/ha (T3) mostró un menor



efecto en relación al peso promedio de 0.68 kg por caña, no existiendo diferencias estadísticas entre las dosis utilizadas para esta variable.

Figura 9. Peso de la caña de azúcar para semilla.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, así como los objetivos e hipótesis planteadas y a las condiciones bajo las cuales se desarrolló la presente investigación se concluye que:

- Estadísticamente las dosis de polímero retenedor de humedad, mostraron diferencias altamente significativas en las variables altura de la planta, con un nivel de significancia de 0.05%, los mejores resultados se obtuvieron al aplicar las dosis de 60 (T1) y 120 Kg/ha (T4), aunque para las variables cantidad de hojas, largo de entrenudos, diámetro de tallos estas dosis no mostraron diferencias estadísticas.
- Las diferentes dosis de polímero retenedor de humedad evaluadas en la variable de cantidad de entrenudos mostraron diferencias altamente significativas ($p > 0.05$), siendo la dosis de 120 kg/ha (T4) que presentó los mejores resultados seguido de las dosis de 60 Kg/ha (T1) y 80 Kg/ha (T2).
- Las variables peso de la caña y cantidad de plantas productivas por metro lineal no mostraron diferencias estadísticamente significativas, es decir que las dosis de polímero retenedor de humedad producen un comportamiento similar en estas variables, siendo estas relacionadas la primera en rendimiento y la segunda e la producción de caña de azúcar para semilla.
- Estadísticamente las dosis de polímero retenedor de humedad mostraron diferencias altamente significativas en la variable cantidad de esquejes por caña, siendo las dosis de 60 kg/ha (T1) y 120 kg/ha (T4) las que produjeron el mayor número de esquejes por planta.
- Al aplicar el polímero retenedor de humedad en la producción de caña para semilla de la variedad MEX69-290 se reducen considerablemente los periodos de riego, asimismo, el costo por cada aplicación de riego es mucho mayor que el costo de la adquisición y aplicación del polímero usando la dosis de 60 Kg/ha ya que fue la que respondió de una mejor manera para las variables altura de planta, cantidad de esquejes por planta y cantidad de entrenudos, además es la dosis que más se ajusta a las condiciones económicas del productor de semilla de caña de azúcar, mientras que al comparar con la dosis de 60 kg/ha con la dosis de 120 Kg/ha se estarían duplicando los costos en la adquisición del polímero y se comprobó que el comportamiento para las variables anteriormente mencionadas fueron similares en ambas dosis.

RECOMENDACIONES

- Utilizar la dosis de 60 kg/ha (T1) de polímero retenedor de humedad a base de (poliacrilato de potasio), se obtendrán los mejores resultados con respecto a las variables; altura de la planta y cantidad de esquejes por planta de caña de azúcar para semilla, ya que el comportamiento fue bastante similar al usar la dosis de 120 Kg/ha (T4) del polímero retenedor de humedad, superando únicamente al T1 en la variable número de entrenudos, pero basándose en la capacidad económica de adquirir y aplicar el polímero es más conveniente la dosis de 60 Kg/ha para la producción de semilla de caña de azúcar.
- Realizar otras investigaciones utilizando polímero retenedor de humedad en otros intervalos de riego, épocas secas, diferentes sistemas de riego y aplicación de polímero en forma hidratada para la producción de caña de azúcar para semilla.
- Realizar investigaciones con la aplicación del polímero y llevar el registro de la relación beneficio-costos para determinar si económicamente la aplicación de esta tecnología se convierte en una alternativa sostenible y comparar con el uso del recurso hídrico y los intervalos de riego.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, E. M. (2015). Hidrogel: Preparación, caracterización y aplicaciones: Una revisión. Revista de Investigación Avanzada, p105-121.

Balzarini, M; Di Rienzo, J; Tablada, M; Gonzales, L; Bruno, C; Córdoba, M; Robledo, F; Casanoves, F. 2011. Estadística y Biometría, ilustraciones del uso de infoestat en problemas de agronomía (en línea). Argentina. 404p. Consultado 05 abr. 2019. Disponible en <http://www.agro.unc.edu.ar/~mcia/archivos/Estadistica%20y%20Biometria.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, América Latina y El Caribe). 2006. Importancia de la agricultura para la economía (en línea). Consultado: 15 mar. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/v9648s/v9648s.htm>

Ibarra Turcios, AM; Amaya, LB. 2007. CAMBIO CLIMÁTICO GÉNESIS, IMPACTOS Y PROPUESTAS PARA ENFRENTARLOS (en línea). San Salvador, El Salvador. 132 p. Consultado 15 abr. 2018. Disponible en <https://www.unes.org.sv/wp-content/uploads/2017/02/Genesis-impactos-y-medidas-Cambio-Climatico.pdf>

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2005. Proyecto MET-ALARN. Sequía Meteorológica. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Managua, Nicaragua. 51 p.

SNET (Sistema Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador). 2018. Perspectiva del clima para el período de agosto a noviembre 2016. El Salvador. MARN (en línea).

Consultado 2 nov. 2018. Disponible en www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/pronostico/perspectivas+clima/

Solís López, FG; Huevo Lemus, YC; Méndez Pérez, JC. 2019. Evaluación de cuatro dosis de poliacrilato de potasio en el desarrollo del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) y en la conservación de humedad disponible para la planta en el suelo. Tesis Ing. Agr. San Salvador. Universidad de El Salvador. SV.

Zepeda Cabrera, CA. 2012. Efecto de cinco dosis de un polímero retenedor de humedad y cuatro frecuencias de riego en almacigo de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en Coatepeque, Quetzaltenango (en línea). Tesis Lic. En Ciencias Agrícolas, Coatepeque, Universidad Rafael Landívar. Consultado 01 May. 2018. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2012/06/17/Zapeta-Carlos.pdf>